ReviSTEAM

Produções Científicas da 2.a Série do Ensino Médio

v.03 n.03 - 2022

Band

Prefácio com
Prof. Dr. Marcelo Hashimoto

Entrevista com
Profa. Dra. Claudia Suemoto

Trilhas
Alimentação e sobrevivência

COORDENADORES

Me. Mariana Peão Lorenzin

Dr. Renato Pacheco Villar

EDITORES

Lílian Siqueira

Thamires de Souza Nascimento

Fernanda Beraldo Lorena

EQUIPE DE PROFESSORES ORIENTADORES

Alexandre Magno (Física - Me.)

Carolina Zambrana (Química - Dr.)

Fabrício Masutti (Artes/Música - Esp.)

Fernanda Cavaliere Ribeiro Sodré (Física - Dr.)

Lílian Siqueira (Química - Me.)

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

Maria Fernanda Moreira (Química – Me.)

Mariane Cavalheiro (Design IA/Artes - Me.)

Marta Lenardon Corradi Rabello (Física - Me.)

Renato Pacheco Villar (Física - Dr.)

Tamara Aluani (Biologia – Me.)

Thais Trostli Costella (Ciências Moleculares – Esp.).

EQUIPE DE ASSISTENTES E TÉCNICOS

Fernanda Beraldo Lorena (Dr.)

Thamires de Souza Nascimento (Me)

Natasha Colombo Braga

Riviane Garcez da Silva (Phd)

Mariana Grilo

CRÉDITOS DA CAPA E EDITORAÇÃO

Clara Arnone

Wilton Yoshizava

Eliane Gerbaudo Costa

Revista Científica do STEAM

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

---

Colégio Bandeirantes

Diretor Presidente: Mauro de Salles Aguiar
Diretor: Hubert Alquéres
Diretor de Operações: Eduardo Tambor Jr.
Diretora de Planejamento e Integração: Helena de Salles Aguiar
Diretora Pedagógica: Mayra Ivanoff Lora
Diretor Acadêmico: Onofre Rosa
Diretora de Convivência: Maria Estela Benedetti Zanini
Diretor de Tecnologia Educacional: Emerson Bento Pereira

Ficha catalográfica

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

il. color.

Anual

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

CDU 168.521(075.2)

Elvira Cristina Pescarollo, Bibliotecária CRB-8/9346
Biblioteca "Prof. José Borges Vieira"

NOTA DO EDITOR

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Equipe STEAM 2022

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

Marco Aurélio.

Texto de Lucianne Leigue.

Prefácio

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Marcelo Hashimoto[1]

---

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

Entrevista com a Dra. Claudia Suemoto

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

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

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

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

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

Como você avalia a importância da formação acadêmica em sua trajetória? Como foi o seu percurso até aqui?

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

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

Como você descreve o seu fazer na sua profissão?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Volume 3 – Alimentação e sobrevivência

Sumário

Alimentação 905

Avaliação do crescimento de alecrim (Salvia rosmarinus) submetido a diferentes cores de LED (diodo emissor de luz). 906

Plantação de cebolinhas em solos análogos a Marte 919

Processo de desenvolvimento da alface no solo terrestre e Marciano 935

Influência de diferentes luzes no crescimento da cebolinha 947

O crescimento de plantas sob diferentes espectros de luz 957

Possibilidade de plantio em solo Marciano 983

Processo de liofilização de frutas com materiais acessíveis e de baixo custo 999

Inclusão de artrópodes na dieta humana cotidiana 1029

Plantação em um solo análogo ao de Marte 1046

Plantação no solo simulado de Marte 1060

A influência da radiação ultravioleta no crescimento de plantas 1071

O crescimento das plantas sob o efeito do som 1087

Análise do crescimento de batata no solo de Marte com diferentes níveis de óxido de ferro. 1100

Agricultura de feijões em solo marciano simulado exposto à radiação ultravioleta 1111

A influência de temperaturas no crescimento dos feijões 1123

Estudo sobre o cultivo de leguminosas em uma simulação do solo Marciano 1133

Avaliação do efeito da intensidade luminosa no plantio de cebolinha 1144

Análise do consumo e da degradação da carne vegetal 1153

Moda Aeropônica: O Uso da Aeroponia na Moda Sustentável 1177

Plantação de rabanetes em solo simulado de Marte 1191

Barras Nutritivas como forma de alimento em uma possível colonização em Marte. 1206

Sobrevivência 1216

A eficácia dos filtros solares na luz UV 1217

Osmose em tecidos vegetais: A influência da Membrana Semipermeável 1233

Estudo simulado para implantação de magnétosfera artificial para marte 1243

Efeitos físico-químicos do CO_2 na atmosfera marciana 1250

Será o metano o fim para um novo começo? 1261
Manipulação da temperatura da atmosfera a partir de gás carbônico 1273
O efeito da gravidade no sistema cardiovascular humano 1294
Projeto EVA 1308
Efeitos biológicos das bactérias, sob o efeito das radiações UV-A e UV-B 1320
Estudo sobre Captadores de Guitarra 1335
Objetos sobre ações da gravidade da terra e de marte 1352
Simulação de Hiper e Hipogravidade 1360
Análise do crescimento da bactéria Escherichia coli frente a luz negra com e sem filtro solar 1370
Os impactos do COVID na nossa sociedade 1393
Análise da rigidez do osso de galinha a partir da simulação de diferentes ações da gravidade 1406
A Influência da Variação de Temperatura e Impermeabilidade na resistência dos Tecidos 1423
Impermeabilidade 1426
Radiação 1427
Um estudo sobre a aceleração centrípeta em um sistema rotatório 1437
Avaliação da Eficácia de Materiais para Proteção Contra Radiação UV 1460
Purificador de ar e eficiência das máscaras faciais 1474
Aumento da Temperatura na Superfície Marciana 1485
A solução da recuperação 1501

ALIMENTAÇÃO

Aqui na Terra, falta comida e as pessoas têm fome, mas, também se discute a implicação da produção de carne na maléfica cadeia de emissão de gases de efeito estufa e do consumo exagerado de água. E como faríamos para plantar em Marte? Esse solo simulando Marte tem que ser preparado e estratégias de otimização do crescimento das plantas são testadas! Esta é nossa trilha super alimentícia!

Avaliação do crescimento de alecrim (*Salvia rosmarinus)* submetido a diferentes cores de LED (diodo emissor de luz).

Gabriela Diniz Vasconcellos Guerra, Luiza Ramos Mourmouris e Manoela Loureiro Caetano. Professora orientadora: Lucianne Leigue.

Colégio Bandeirantes

Resumo

Hoje em dia muitos problemas ambientais são causados pela agricultura, entre estes, o desmatamento de grandes áreas para o cultivo. Este projeto tem como objetivo a otimização de espaços para a agricultura, utilizando Diodos Emissores de Luz (LED) para iluminar plantações em lugares não iluminados pela luz solar. O alecrim (*Salvia rosmarinus*) é uma espécie que não precisa de muita água, regar de duas a três vezes por semana é suficiente, luz direta também não é uma necessidade, sendo assim, uma boa opção para o experimento. Doze mudas de alecrim foram plantadas em quatro caixas diferentes, cada uma iluminada por uma cor de LED diferente: vermelho, verde, azul e branco. Era esperado que as plantas iluminadas por vermelho e azul crescessem mais, enquanto a verde cresceria menos, uma vez que a clorofila reflete essa cor, e a branca teria um resultado entre estas. A primeira fase do experimento mostrou que a melhor cor de luz para o crescimento das plantas foi a branca, a segunda fase mostrou o mesmo. Em conclusão, o LED branco foi o mais vantajoso entre todos. O experimento mostra que este tipo de iluminação pode ser utilizado como alternativa para a agricultura em espaços externos, visando minimizar alguns problemas causados pela atividade.

Palavras-chave: Alecrim; luzes de LED; crescimento de plantas; sustentabilidade; cultivo em ambiente fechado.

Abstract

Nowadays, many environmental problems are caused by agriculture, among them, the deforestation of large area for cultivation. This project aims the optimization of spaces for agriculture, using Light Emitting Diodes (LED) to illuminate the plantations on spaces that do not receive direct sunlight. Rosemary is a species that does not need to be watered a lot, two to three times a week is sufficient and direct light is not a necessity, being a great subject for the experiment. Twelve rosemary seedlings were planted in four different boxes, each illuminated by a different LED color: red, blue, green, and white. The plants illuminated by the red and blue lights were expected to grow more, while the green would grow less given the chlorophyl pigments reflect this color, and the white would be between them. The first phase of the experiment showed that the best light for the rosemary was the white one, the second phase showed the same results. In conclusion, the white LED was the most advantageous between all of them, the experiment shows that this type of lighting can be used as an alternative for outdoor agriculture aiming at the reduction of space usage.

Keywords: Rosemary; LED lights; plant growth; sustainability; indoor agriculture.

Introdução

Atualmente, alguns dos problemas ambientais são causados pela agricultura. Entre as principais complicações estão a degradação do solo com o uso excessivo de adubos químicos, corretores do solo e agrotóxicos. Também podemos citar o vasto espaço utilizado para plantações, que desmata grandes áreas e muitas vezes deixa o ecossistema desbalanceado, desequilibrando a fauna e a flora que leva a extinção de plantas e animais. Com a utilização de Diodos Emissores de Luz (LED) estes problemas podem ser evitados, pois podemos utilizar um espaço menor e mais prático (como um prédio, por exemplo) e também não iriamos depender do clima para conseguir um resultado bom e consistente para as plantações (WWF INTERNATIONAL, 2019).

O alecrim é planta exótica e o interesse no seu cultivo tem crescido ao longo dos anos, pois pode ser utilizado para fins culinários, medicinais e aromáticos, sendo o óleo essencial utilizado em cosméticos e perfumaria, e largamente utilizado na medicina popular (MATHIAS, 2016); no entanto, o conhecimento fitotécnico sobre a espécie é bastante limitado, sabe-se que a planta não necessita de luz direta e pouca água, caso contrário ela pode morrer.

A importância de estudos sobre o comportamento fisiológico da flora medicinal brasileira consiste em gerar conhecimentos que possibilitem determinar condições ideais de cultivo a fim de alcançar maiores índices de produção de matéria e princípios ativos de interesse econômico e farmacológico (MARTINS *et al*., 2008).

Embora haja muita informação relacionada à influência da intensidade da luz no crescimento e desenvolvimento de plantas medicinais (MARTINS *et al*., 2008; BRANT *et al*., 2009; SOUZA *et al*., 2014; CORRÊA *et al*., 2012; COSTA *et al*., 2012), não foram encontrados, para o alecrim, estudos relacionados à qualidade da radiação incidente nas mudas em viveiro (SOUZA *et al*., 2014).

Considerando esse tema é possível levar em consideração o artigo de RIBEIRO,2018, que apresenta o uso do LED em plantações de alface, que é utilizado para suprir a luz natural, pode oferecer resultados 3 vezes maior que a agricultura convencional, passando de cinco safras por ano para quinze.

Alguns produtores nos Países Baixos fizeram uma plantação de alface em um ambiente fechado e controlado, aplicando a partir de luminárias LED, uma “receita de luz”, adequada que garantiu um crescimento uniforme durante o ano todo. Os produtores descobriram que a alface cultivada desta maneira tem uma melhor qualidade, já que não sofre com variação de iluminação, temperatura e outros fatores naturais, como tempestades.

O LED traz para os produtores a possibilidade de controle total da produção, tendo para cada clientela uma “receita de luz” específica (dependendo do ajuste podemos ter verduras mais crocantes ou mais macias) e a possibilidade de utilizar os equipamentos apenas nos momentos mais adequados de acordo com a necessidade de cada planta para a fotossíntese, podendo programar o cultivo e reduzir o tempo em até metade do usual (RIBEIRO, 2018).

Com todos estes estudos e novas tecnologias há um crescimento considerável de cultivo interno. Em diversos países essa medida já está sendo aderida, seja em galpões industriais que estavam abandonados, áreas degradadas ou até mais próximas ao consumidor final, trazendo melhores produtos e um melhor aproveitamento das cidades (RIBEIRO, 2018).

A fonte de energia utilizada na fotossíntese é a luz, naturalmente a solar, porém pode ser substituída por LED. Este tipo de luz, além de ser um avanço tecnológico, é muito interessante do ponto de vista dos benefícios ambientais. Esta nova tecnologia

é produzida com materiais atóxicos ao ambiente o que faz com que possa ser descartado sem a necessidade de uma destinação e disposição final especiais. Sua durabilidade é outro aspecto interessante, pois demanda menos trocas o que, consequentemente, gera menos descartes no ambiente. E além disso não requer muita energia elétrica para ter um bom desempenho de funcionamento, gerando menos emissões de carbono (SANTOS *et al.,* 2015*).*

A esperada diferença entre o desempenho das diferentes cores de LED em plantas vem das ondas de radiação, que tem comprimentos diversos, e da capacidade de absorção da energia para a realização de seu processo metabólico. Dependendo de três fatores fundamentais, é possível ver que tipo de luz artificial é melhor para o crescimento das plantas: a cor e quantidade da luz fornecidas à planta e o tempo de exposição.

Color	Longitud de onda
violeta	380–450 nm
azul	450–495 nm
verde	495–570 nm
amarillo	570–590 nm
naranja	590–620 nm
rojo	620–750 nm

Figura 1: tabela mostrando os diferentes comprimentos de onda das luzes de LED (DICASLED, 2019).

Fotossíntese é um processo muito importante para a manutenção da vida terrestre. Na execução de tal atividade, a planta usa a energia do Sol para converter o gás carbônico e a água em carboidratos, como sacarose ou o amido, que serão utilizados no processo respiratório (MELO JÚNIOR, 2015). Cerca de 5% da energia solar que alcança a Terra pode ser transformada em carboidratos através da fotossíntese, apenas uma região limitada do espectro eletromagnético, compreendida aproximadamente entre 400 e 700 nm é aproveitada pelos seres vivos (KLUGE *et al.*,2015), o que inclui o comprimento de onda de certas luzes de LED.

Nos cloroplastos (organelas celulares que contém a clorofila, responsável pela fotossíntese), ocorrem dois estágios sequenciais. Primeiro, a luz com certos comprimentos de onda é capturada e convertida em energia química por uma série de passos chamados de reações de luz ou reações luminosas. Essas reações são processadas nas membranas internas do cloroplasto. Depois, o

CO_2 é fixado e reduzido a compostos orgânicos (particularmente açúcares) por uma série de passos chamados de fixação de CO_2 (KLUGE, *et al.*, 2015).

De acordo com Lazzarini et al. (2017), a luz de LED azul influência no crescimento e desenvolvimento das plantas, devido ao fato da absorção realizada pelas clorofilas promover um estado energético grande, por conta da energia abundante contida nesta cor de LED (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, este tipo de luz exerce uma influência positiva no genoma da planta, afetando positivamente no desenvolvimento de cloroplasto e na síntese das clorofilas, também possui um papel extremamente importante nas relações hídricas, trocas gasosas e, consequentemente, no crescimento e produção vegetal (MUNEER et al., 2014).

A lâmpada de LED vermelha emite um espectro luminoso muito similar à máxima absorvência para clorofila e fitocromos (MUNEER et al., 2014). Também influencia mais na fotomorfogênese, sendo o fitocromo o fotorreceptor responsável pela absorção desse espectro. Esse fotorreceptor ocorre em duas formas fotoconversíveis, uma onda se absorve de forma ativa a luz vermelha e a outra que absorve a luz vermelha de forma inativa. Contudo, o espectro de absorção das duas formas se sobrepõe na região espectral dos vermelhos, levando a um equilíbrio entre essas duas formas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A cor de LED verde, diferente da azul e vermelha, não é muito absorvida pela clorofila, pois a maior parte dos pigmentos formadores do vegetal refletem este comprimento de onda, ou seja, não afeta a fotossíntese, de forma que age, em sua maioria, na abertura de estômatos da planta (LAZZARINI *et al., 2017*), estrutura responsável por controlar as trocas gasosas. O espectro solar completo, que inclui a luz verde, é demais para a fotossíntese e isso fez os seres clorofilados evoluírem pigmentos que pudessem refletir a maior porção da luz emitida pelo Sol evitando, assim, prejuízos por excesso de energia luminosa, como o fotodano (planta sofre danos estruturais pelo excesso de luz) ou fotoinibição (planta tem o processo de fotossíntese inibido por excesso de luz).

Figura 2: gráfico mostrando taxa de fotossíntese em função do comprimento de onda da luz (BIOEDUCAÇÃO, 2004).

Como já observado em alguns estudos sobre características espectrais, a radiação vermelha e a azul são as mais eficientes para otimizar várias respostas fisiológicas desejáveis nas plantas. Destaca-se nesse caso, a melhoria na capacidade fotossintética, pela ação direta dessas duas faixas do espectro eletromagnético nas etapas fotoquímica e bioquímica da fotossíntese (HOGEWONING, 2007).

A justificativa para a realização deste trabalho é que com esta alternativa de crescimento de plantas é possível diminuir os impactos no meio ambiente. Entre as vantagens sob a agricultura tradicional temos: a oportunidade de usar um espectro de luz que pode ser adaptado para proporcionar o máximo benefício para as plantas (anatomia da planta, morfologia e desenvolvimento de patógenos), a diminuição do desmatamento; pelo sol ser desnecessário e não ser preciso um ambiente aberto, a otimização do tempo, uma vez que a luz pode ficar ligada por tempo indeterminado, enquanto o sol tem seu ciclo diário, e a regularidade, sem ter impactos em dias nublados, chuvosos e mais (GIRO, 2018).

Pergunta de pesquisa: Que cor de LED promove o maior crescimento do alecrim?

Objetivos

Analisar o crescimento do alecrim exposto a diferentes cores de luzes de LED (azul, verde, vermelho e branco) no período de 3 meses, e avaliar qual teve melhor crescimento.

Materiais e Método

Para a realização desse experimento foram necessários os seguintes materiais:

Mudas de alecrim (quantidade:12 [fase 1] e 12 [fase2]); Estufas (quantidade: 4); Fita de LED verde (quantidade: três); Fita RGB de LED azul (quantidade: três); Fita RGB de LED vermelha (quantidade: três); Fita RGB de LED branca (quantidade: três); Água; Terra adubada (quantidade:3kg); Vasos (quantidade:12); Copos de plástico de 400mL (quantidade: 12); Papel cartão (quantidade: 4).

Foram montadas quatro estufas, três mudas de alecrim foram colocadas em cada. Diferentes cores de luz de LED foram usadas em cada trio de alecrim, sendo essa a variável independente. A quantidade de água regada, o tempo de exposição a luz e a terra utilizada foram constantes. Copos de plástico adaptados a diferentes alturas foram utilizados tanto para armazenar a água da rega das plantas, quanto para realizar o encaixe das plantas na caixa. Folhas de papel cartão dobradas fizeram o papel de tampa para as caixas. Após um período de 90 dias, que é o tempo necessário para o desenvolvimento do alecrim, as mudas foram medidas e avaliadas com intenção de descobrir qual cresceu mais (variável dependente), e consequentemente, qual luz promoveu o melhor crescimento para os alecrins. A imagem abaixa representa um modelo de uma das caixas na qual foi plantada algumas mudas (Figura 3):

Figura 3: Caixa com a fita RGB de LED azul instalado. Local onde 3 das mudas crescerão iluminadas com esta cor.

Na imagem abaixo pode-se observar como os vasos foram montados e como foi controlado o volume de água (copo transparente) (Figura 4).

Figura 4: Mudas de alecrim apoiadas nos copos. Os copos serviram tanto para o encaixe dos vasos dentro da caixa, quanto para armazenar a água das regas, assim não molharam a caixa.

Resultados e Discussão

Cinco dias após o primeiro plantio, quatro dos 12 alecrins morreram, então foram compradas e plantadas mais 4 mudas para substituí-las. Foi decidido utilizar fitas de LED RGB para as caixas com luz azul, vermelho e verde, e uma fita de LED branca para a caixa restante. Todas as plantas foram colocadas em suas devidas caixas, todas com 12 cm de altura.

Após o período de recesso escolar (30 dias), 11 das mudas plantadas morreram, estando viva somente uma das plantas, a número “5”, posicionada na caixa com luz de LED branca.

A tabela a seguir compara os valores de crescimento nas diferentes cores de luz de LED.

Tabela1: Tamanho dos alecrins de acordo com a luz de exposição (40 dias):

Identificação da planta:	LED azul:	LED verde:	LED vermelho:	LED branco:
1	12cm	-	-	-
2	-	12cm	-	-
3	-	-	9cm	-
4	-	13cm	-	-
5	-	-	-	11cm
6	-	-	11cm	-

7	8cm	-	-	-
8	-	11cm	-	-
9	-	-	-	14cm
10	11cm	-	-	-
11	-	-	10cm	-
12	-	-	-	13cm

Os maiores crescimentos foram das plantas iluminadas pela luz de LED branca, nas quais houve um crescimento de 2cm no total. As mudas com pior crescimento foram as expostas a luz de LED vermelha, que diminuíram 6 cm no total. As mudas na caixa com luz de LED verde tiveram crescimento e diminuição de 0cm em totalidade, e as com luz de LED azul diminuíram 5 cm ao todo.

A tabela abaixo mostras os resultados no segundo teste:

Tabela2: Tamanho dos alecrins de acordo com a luz de exposição (10 dias):

Identificação da planta:	LED azul:	LED verde:	LED vermelho:	LED branco:
1	11,5cm	-	-	-
2	-	10cm	-	-
3	-	-	11,5cm	-
4	-	11cm	-	-
5	-	-	-	13cm
6	-	-	12,5cm	-
7	11cm	-	-	-
8	-	13cm	-	-
9	-	-	-	14cm
10	10,5cm	-	-	-
11	-	-	11cm	-
12	-	-	-	12,5cm

Neste segundo experimento a melhor luz foi a do LED branca, em que as plantas tiveram 3,5 cm de crescimento no total. As plantas que cresceram menos foram as iluminadas pelo LED azul, que diminuíram 3cm ao todo. As mudas expostas a luz de LED vermelha diminuíram 1 cm em totalidade, e as pela luz de LED verde

2cm. Grandes desafios foram encontrados na montagem do experimento, entre eles: decidir a luz que seria utilizada (que foi a fita de LED RGB), e o modo que seria realizado o encaixe dos vasos dentro das caixas (que foi com copos de plásticos ajustados a diferentes alturas).

As mudas do início do projeto morreram de causas desconhecidas, talvez por desidratação, doença infecciosa ou muita exposição solar. Já os alecrins que foram para as caixas iluminadas, podem não ter recebido a quantidade de água necessária para sua sobrevivência, doenças, o LED pode não ter suprido sua necessidade de luz, a terra utilizada não tinha nutrientes o suficiente ou pode não ter tido grande circulação de ar nas caixas. O mesmo pode ser dito sobre as plantas utilizadas na primeira fase do experimento.

Apesar de estudos mostrarem que as melhores cores de LED para o crescimento de plantas ser o comprimento de onda vermelho e azul (JÚNIOR, R.P.M, 2015), neste experimento (fase 1) foi observado que a melhor luz seria o LED branco, pois, de acordo com Lazzarini *et al.* (2017), permite que a luz penetre melhor nas folhas do que as luzes monocromáticas azul e vermelha para ser utilizada na fotossíntese

Na fase dois, foram observados resultados semelhantes aos da fase 1, nos quais a luz de LED branca foi a que promoveu maior crescimento. Outros estudos corroboram os resultados observados, que argumentam que a luz branca, feita da mistura das cores azul, vermelha e verde (as chamadas RGB), é a que melhor imita o sol, o que é interessante para todas as fases da planta. (ILUMINIM, M.E., 2018).

Conclusão

Com este trabalho é possível concluir que a cor de luz de LED que promoveu o melhor crescimento para as plantas de alecrim foi a branca, concordando com os estudos deste campo, que tiveram a mesma conclusão. Isso demostra que as luzes de LED podem ser usadas como alternativa na agricultura com o intuito de economizar o espaço utilizado por esta atividade com, por exemplo, plantações em prédios e espaços fechados. Além disso, é possível otimizar a luz de LED que a planta será exposta de acordo com sua espécie e o comprimento de onda que atingira melhor resultado (maior crescimento, mais frutos, mais flores, etc).

Referências

- BRANT, R. da S.; PINTO , J. E. B. P.; Rosa, L. F.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; FERI, P. H.; Corêa, R. M. **Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, p. 1401-1407, 2009. < https://www.scielo.br/j/cr/a/8dQgS98LNbPBqfQbRk6Pctp/?lang=pt > Acesso em 30/05/2022.
- CORRÊA, R.M.; PINTO, J. E..B.; REIS, E. S.; MOREIRA, C. M. **Crescimento de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de folhas de orégano sob malhas coloridas.** Global Science and Technology, Rio Verde, v. 05, n. 01, p. 11-22, 2012. < http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/38313 > Acesso em 25/03/2022.
- COSTA, A. G. CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. **Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 47, n. 4, p. 534-540, 2012. < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77040/1/2012PABv47n4p534.pdf > Acesso em 25/03/2022.
- GIRO, R. **O led e as plantas.** Codlux, setembro 21, 2018. Recuperado de < https://codlux.blogspot.com/2018/09/primavera-codlux-o-led-e-as-plantas.html >. Acesso em 29/04/2022.
- HENRIQUE, P.C.; ALVES, J.D.; DEUNER, S.; GOULART, P.F.P.; LIVRAMENTO, D.E. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações.** Publicado em Junho/25 Disponível em < https://www.scielo.br/j/pab/a/bHGFDHcFCRJg44sXZxqWN7d/?lang=pt >. Acesso em 25/03/2022.
- HOGEWONING, S.W.; HARBINSON, J. **Insights on the development, kinectics, and variation of photoinhibition using chlorophyll fluorescence imaging of a chilled, variegated leaf.** Journal of Experimental Botany, Volume 58, Issue 3, Fevereiro de 2007, Pages 453-463. Disponível em: <

https://academic.oup.com/jxb/article/58/3/453/556501?login=false >. Acesso em 25/03/2022.

- ILUMINIM, M.E. **O que as lâmpadas de LED e o cultivo de plantas tem em comum?** Iluminim, Lâmpada LED, para você, posts recentes, 21 de maio, 2018. Atualizado em 05/05/2020. Disponível em: < https://blog.iluminim.com.br/o-que-as-lampadas-de-led-e-o-cultivo-de-plantas-tem-em-comum/#:~:text=Se%20o%20objetivo%20%C3%A9%20crescer,branca%20cumprir%C3%A1%20melhor%20o%20papel >. Acesso em 02/09/2022.
- INTERNATIONAL, WWF. **Our Planet: Our Business**. Youtube, 27 jun. 2019. Disponível em: < Our Planet: Our Business.>. Acesso em 27/04/2022.
- JÚNIOR, R.P.M. **Qual a influência da cor da luz na fotossíntese?.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 32, n. 1, p. 287-290, abr. 2015. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6584316.pdf >. Acesso em 25/03/2022.
- KLUGE, R.A.; TEZOTTO-ULIANA, J.V.; DA SILVA, P.P.M. **Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese.** Rev. Virtual Quim., 2015, 7 (1), 56-73. Data de publicação na Web: 30 de novembro de 2014. < https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/download/996/531>. Acesso em 25/03/2022.
- LAZZARINI, L.E.S.; PACHECO, F.V.; SILVA, S.T.; COELHO, A.D.; MEDEIROS, A.P.R.; BERTOLUCCI, S.K.V.; PINTO, J.E.B.P.; SOARES, J.D.R. **Uso de diodos emissores de luz (LED) na fisiologia de plantas cultivadas-Revisão**. Scientia Agraria Paranaensis. v. 16, n. 2, abr./jun., p. 137-144, 2017. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/download/16972/11514/63211 >. Acesso em 25/03/2022.
- MARTINS, J. R. ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SILVA, A. P. O. **Avaliação do crescimento e teor de óleo essencial em plantas de Ocimum grantissimum L. cultivadas sob malhas coloridas**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 102-107, 2008 < https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/31306 >. Acesso em 25/03/2022.

- MATHIAS, J. **Como plantar alecrim.** Globo Rural. Disponível em < https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-plantar/noticia/2016/07/como-plantar-alecrim.html>. Acesso em 27/04/2022.
- MUNEER, S. et al. **Influence of green, red and blue light emitting diodes on multiprotein complex proteins and photosynthetic activity under different light intensities in lettuce leaves (Lactuca sativa L.).** International Journal of Molecular Sciences, Basel, v.15, n.3, p.4657-4670, 2014. < https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24642884/ >. Acesso em 25/03/2022.
- RIBEIRO, D. **Lightning Application Specialist da Philips Lighting.** Revista Potência. Nov/2018. Disponível em < https://revistapotencia.com.br/portal-potencia/iluminacao/uma-luz-para-a-agricultura/ >. Acesso em 25/03/2022.
- SANTOS, T.S.; BATISTA, M.C.; POZZA, S.A.; ROSSI, L.S.. **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais**. Artigo Técnico, Eng. Sanit. Ambient. 20 (4), Dez 2015. < https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020040125106 >. Acesso em 25/03/2022.
- SARAIVA, G.F.R.; SOUZA, G.M.; RODRIGUES, J.D. **Aclimatação e fisiologia de mudas de guanandi cultivadas em telas de sombreamento foto-protetoras.** *Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215*, *10*(2), 01–10. Recuperado de <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/1138 >. Acesso em 25/03/2022.
- SOUZA, G.S.; SILVA J.S.; OLIVEIRA U.C.; SANTOS NETO R.B.; SANTOS A.N. **Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de plantas de alecrim cultivadas sob telas coloridas.** Biosci. J**.,** Uberlandia, v. 30, supplement 1, p. 232-239, June/14 < file:///Users/biblioteca/Downloads/admin%252C+25-Agra_18010.pdf > Acesso em 20/05/2022.

Referências imagens:

- DICASLED. **Qual é a melhor luz artificial para plantas?** Publicado em Setembro/2019 Disponível em < https://www.dicasled.pt/qual-e-a-melhor-luz-artificial-para-plantas/ >. Acesso em 25/03/2022.
- BIOEDUCAÇÃO. **Fotossíntese.** S.d. Disponível em < http://bioeducacao.com.br/documents/Fotoss%C3%ADntese.pdf >. Acesso em 25/03/2022

Plantação de cebolinhas em solos análogos a Marte

Beatriz Noia Meira do Nascimento, Juliana I Hsuan Tsai, Sofia Souvarni Favaro Jayanthi
Professora orientadora: Mariane
Colégio Bandeirantes

Resumo

Agricultura em Marte é um dos principais elementos para sustentar vida no planeta. Esse estudo foi baseado na hipótese de que, caso fosse adicionado fertilizante no solo de Marte, seria possível ter uma produção no ambiente infértil. Portanto, o experimento consistiu em monitorar o crescimento de cebolinhas em três simulações do solo de Marte: simples, com fertilizante orgânico e com fertilizante mineral, além de um controle com solo da Terra. Analisando o crescimento das plantas, os resultados obtidos foram claros, confirmando a hipótese inicial: as plantas sobreviveram apenas em solos com fertilizante, especialmente com orgânico, que apresentou crescimento de 12,5cm em um mês comparado a 0,5cm e morte na simulação simples. Considerando isso, a principal conclusão do experimento foi que, para plantar em Marte, é necessário desenvolver métodos de levar ou produzir fertilizantes. Embora muitos aspectos da agricultura no planeta ainda precisem ser estudados, essa investigação demonstrou que é quase impossível ter plantações sem eles, e, portanto, a única maneira de manter vida vegetal no planeta é com adição de fertilizantes.

Palavras-chave: agricultura; Marte; cebolinha; fertilizante; plantação

Abstract

On-site agriculture is one of the key elements to sustainable life in Mars. This study was based on the hypothesis that, if fertilizer was added to Mars soil, it would allow a crop to grow in that infertile environment. Therefore, the experiment consisted of monitoring the growth of scallions in three different Mars soil simulations: regular, with

organic fertilizer and with mineral fertilizer, besides a control Earth soil. Analyzing the plant growth, the results obtained were clear, confirming the initial hypothesis: life after two weeks was only observed in the soils mixed with some form of fertilizer, especially organic, which grew 12.5cm in a month compared to 0.5 cm and the death of the regular simulation. In summary, the main conclusion drawn from this experiment was that, in order to plant on Mars, it is firstly necessary to develop some way of either bringing or producing fertilizers. Although many aspects of agriculture on Mars still need to be studied in depth, this investigation has demonstrated that the possibility of ever having productive plantations is nearly impossible otherwise, and thus the only way to sustain any plant life form on Martian soil is with fertilizers.

Keywords: agriculture; Mars; scallions; fertilizers; plantations

Introdução

Conforme a exploração espacial progride, a agricultura em Marte se torna cada vez mais fundamental, já que é o planeta mais viável para ocupação humana. A existência comprovada de água (LEASK; EHLMANN, 2021), a atmosfera não letal e favorável para vegetais, já que 95% é CO_2 (PATTEN, s.d), o solo rochoso e o dia quase igual ao terrestre são todos aspectos que possibilitam explorações humanas. Além disso, embora a viagem seja relativamente curta (SHEKHTMAN, 2019), levar suprimentos da Terra regularmente não é factível devido ao alto custo de combustível e foguetes e ao risco inevitável de expedições interplanetárias.

Os benefícios produzidos pelo avanço espacial incluem os *spin-offs*, tecnologias criadas para sobrevivência fora da Terra que podem ser reaproveitadas com uso cotidiano. Como o solo de Marte é composto por óxido ferroso (BELL, 2016), tecnologias para plantar naquele ambiente podem ser reutilizadas para agricultura em solos similares na Terra, questão que afeta a produção de alimento no planeta.

Apesar de ser o planeta mais viável, Marte ainda possuí várias condições adversas para vida. A gravidade e a pressão, respectivamente 0,375G e 6,86 mb no raio médio, comparado a 1G e 1013.25 mb da terrestre (WILLIAMS, 2021), afetam o fluxo de água, nutrientes e oxigênio nas plantas. Como a luminosidade é de apenas 586,2 W/m^2 comparada à de 1361 W/m^2 da Terra (WILLIAMS, 2021), o uso de luzes artificiais seria necessário para possibilitar o crescimento das plantações.

Por causa disso, o plantio de espécies mais resistentes é uma possibilidade viável para a ocupação humana em Marte. Uma pesquisa da Nasa na Estação Espacial Internacional (HERRIDGE, 2019) mostrou que é possível plantar alface em gravidade zero, o que prova a capacidade de ter plantações em condições diferentes da terrestre. Segundo (YAMASHITA, et al 2009), batata doce, espinafre e soja são algumas das opções vantajosas para plantio usando recursos de Marte, já que combinados, possuem a maior parte dos nutrientes necessários para a dieta humana, tendo carboidrato, proteína e lipídios, (CARPENTER, 1998) a maior parte da alimentação, além de vitaminas e minerais. Espinafre, assim como outros vegetais amarelos e verdes, é rico em vitamina A e C e ferro (LOTHA, 2006) (HARVARD, 2020) (NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH, 2021), que ajudam na imunidade, visão, pele, produção de hormônios e transporte de oxigênio pelo corpo. Batata doce e soja apresentam muitos carboidratos especialmente eficientes, utilizados para energia, além das fibras, que ajudam a digestão, da primeira e proteínas da última.

Embora soja cresça melhor em ambientes férteis e quentes, soja (SAMPAOLO, 2006) também pode se desenvolver em outras condições, e prefere solos arenosos e secos, o que permitiria sua existência em marte. Além disso, as bactérias nitrificantes em suas raízes ajudam a fertilizar o solo para outras plantas. Para o espinafre, o ideal são solos frios e básicos (SAMPAOLO, 2006) e, apesar de, para a batata doce, ambientes mais quentes serem melhores (SAMPAOLO, 2006), seus benefícios são numerosos e compensa testar.

A cebolinha (*Allium schoenoprasum*) é uma planta frequentemente utilizada em experimentos por seu crescimento fácil e rápido, além de uso muito comum em várias culinárias do mundo. Enquanto a batata doce, espinafre e soja são muito nutritivos e seu estudo pode ser considerado essencial para plantações em Marte, a cebolinha é mais viável para o experimento (LEARN, 2021).

Considerando tudo isso, a pesquisa será sobre a produtividade de plantações em simulações de solo marciano, investigando a viabilidade de alimentar uma possível tripulação no planeta. A partir do estudo comparativo de solos com diferentes fertilizantes que simulem condições de Marte, a análise do crescimento de raízes, caules e folhas de plantas cebolinhas demonstrará se é possível ter qualquer plantação nesse solo. Com os resultados, buscamos responder à pergunta “Se

adicionarmos fertilizantes em solos análogos a Marte, teremos uma plantação produtiva?”, já que a possibilidade de agricultara em solo marciano será determinada.

Objetivos

Objetivo geral:

- Determinar se é possível criar uma plantação produtiva com condições de solo parecidas com Marte

Objetivos específicos:

- Simular o solo marciano e analisar o crescimento de cebolinha
- Analisar a composição do solo de Marte
- Determinar o melhor tipo de fertilizante entre NPK e orgânico
- Pesquisar os efeitos de condições de luminosidade, pressão e gravidade diferentes da terrestre
- Avaliar o tempo de crescimento e produtividade das cebolinhas
- Estudar a quantidade necessária de fertilizantes nessas plantas

Materiais e Método

Figura 1: storyboard do experimento

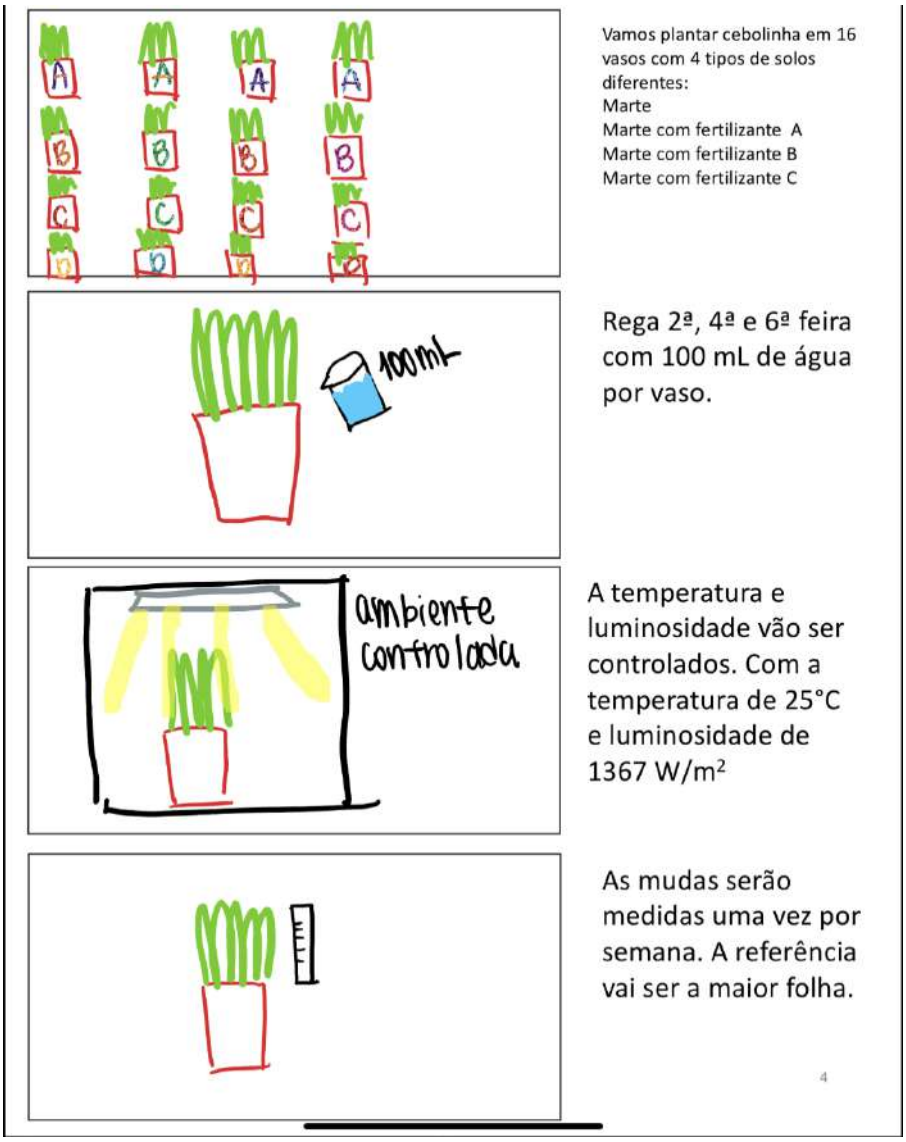


figura 2: tabela com materiais para o experimento e quantidade necessária

material	quantidade
vasos	8
mudas de cebolinha	8
silicato - substituído por areia	88,92g
óxido de alumínio	30,78g
óxido de ferro III	19,566g
óxido de magnésio	10,944g
terra vegetal	70,98g

óxido de cálcio	18,81g
fertilizante orgânico	10g
fertilizante mineral NPK	0,3g
régua	uma régua padrão em centímetros
borrifado 100mL	um borrifador

No experimento, foram plantadas 8 mudas de cebolinha em 8 potes simples de plástico utilizando 4 tipos de solos diferentes. Em cada vaso havia uma muda e 30g de solo. Como controle, foi usada terra comum vegetal e, assim garantindo que qualquer mudança que ocorresse entre os vasos fosse devido ao solo e não por defeito das mudas, irrigação, iluminação ou temperatura. Nos outros níveis, foi simulado um solo de marte, com 49,4% de silicato (substituído por areia), 17,1% de óxido de alumínio, 10,8% de óxido de ferro III, 10,4% de óxido de cálcio, 6% de óxido de magnésio e 6,1% de outros (substituído por terra comum vegetal). No nível 1, o vaso continha apenas o solo simulado. No nível 2, foi adicionado fertilizante mineral NPK 10-10-10 e no nível 3, fertilizante orgânico, obtido em uma composta com restos de alimentos de um dos membros da equipe.

figura 3: descrição da simulação solo de Marte

componente	porcentagem no solo	em 1 vaso de 30g (em gramas)	em 6 vasos de 30g (em gramas)	em 6 vasos de 200g (em gramas)
silicato (areia)	49,4%	14,82	88,92	592,8
óxido de alumínio	17,1%	5,13	30,78	205,2
óxido de ferro III	10,87%	3,261	19,566	130,4
óxido de cálcio	10,46%	3,135	18,81	125,4
óxido de magnésio	6,08%	1,824	10,944	72,6
outros (terra)	6,09%	1,83	10,98	73,6

Para o experimento, além das 8 mudas de cebolinha (*Allium schoenoprasum*), foram necessários 8 vasos, de mesmo material, volume e forma, para plantar as duas repetições dos quatro níveis de forma regular. Também foi necessária água para regas semanais com um borrifador para a rega e uma régua em centímetros para medir o crescimento das cebolinhas. Além disso, as plantas precisaram ser expostas à luz e ser mantidas em temperaturas não extremas.

figura 4: tabela com descrição de todos os níveis do experimento

nível	controle	1	2	3
conteúdo do solo	solo vegetal	solo simulado de Marte	solo simulado de Marte com fertilizante NPK	solo simulado de Marte com fertilizante orgânico
vasos	controle A e controle B	1A e 1B	2A e 2B	3A e 3B

Todas as mudas foram medidas semanalmente para acompanhar o crescimento e analisar mudanças causadas pelos diferentes solos. Os vasos foram preparados com um filtro de TNT e pedaços de argila no fundo para evitar o escape do solo simulado que, por ser arenoso, não retém muita água e sai facilmente pelos furos dos vasos. Depois de adicionados 30g de terra em cada controle e 30g de solo simulado nos outros, as mudas de cebolinha foram plantadas e cortadas com 4 centímetros de talo a partir do solo. Toda semana, duas vezes por semana, os vasos foram regados com água.

Resultados e Discussão

Houve algumas dificuldades em relação à quantidade necessária de componentes para simular o solo de Marte e, ao invés de 200g de solo em cada vaso, serão 30g (ver figura 3). Também foi necessário mudar a quantidade de repetições, passando de quatro a duas e, portanto, o experimento inteiro utilizou oito vasos no total.

O solo arenoso simulado de Marte, por ser muito fino, escapa dos vasos por meio dos furos. Assim, foi adicionado TNT e argila no fundo dos vasos. Além disso,

um dos vasos, 1B, segunda repetição do solo simulado de Marte, foi infectado por um fungo e, por isso, foi adicionado 5mL de solução antifúngica de sulfato de cobre nele e em todos os outros vasos.

Após a segunda rega, ficou evidente que o solo simulado estava muito argiloso, retendo toda a água. Foi adicionado 10g de um suplemento de 30% de terra e 70% de areia ao vaso 1B, que foi o mais afetado.

Como ficaram por um período longo sem a equipe logo após o plantio, as plantas morreram, provavelmente por falta de água. Por isso, ao replantar, foi tomada a decisão de usar um borrifador e regar até o solo ficar úmido, já que cebolinhas são plantas que requerem bastante água. Isso é algo a se considerar em possíveis plantações em Marte, já que a disponibilidade de água líquida seria pequena. Plantas que precisam de menos água ou que a utilizam mais eficientemente, como milho (*Zea mays*), seria mais viável para o objetivo final do experimento.

figura 5, 6, 7 e 8: plantação dias 5, 7, 9 e 15 de julho, respectivamente

1B
1A
3B
2A
2B

1B
1A
3A
3B

2A
2B
1B
1A
3A
3B

Figura 9: tabela do crescimento da primeira plantação

	24/06	29/06	06/07	13/07
1A	4cm	4cm	5cm	MORREU
1B	4cm	3cm	3cm	MORREU
2A	4cm	4cm	4cm	MORREU
2B	4cm	4cm	4cm	MORREU
3A	4cm	4cm	4cm	MORREU
3B	4cm	MORREU	MORREU	MORREU
Cont. A	4cm	4cm	4cm	MORREU
Cont. B	MORREU	MORREU	MORREU	MORREU

figura 10: início do experimento em 15/06

figura 11: morte das plantas do primeiro experimento

figura 12: tabela de crescimento da segunda repetição do experimento

	03/08	10/08	17/08	24/08	31/08
controle A	0 cm	1,5 cm	3 cm	3,5 cm	4,5 cm
controle B	0 cm	1 cm	2,5 cm	5,5 cm	16,5 cm
1A	0 cm	0.5 cm	MORREU	MORREU	MORREU
1B	0 cm	0,4 cm	MORREU	MORREU	MORREU

2A	0 cm	0,7 cm	2 cm	7 cm	9,5 cm
2B	0 cm	0,5 cm	2 cm	5 cm	6 cm
3A	0 cm	1 cm	4 cm	9,5 cm	12,5 cm
3B	0 cm	2,5 cm	7 cm	12 cm	15 cm

figuras 13, 14, 15, 16 e 17: fotos do segundo experimento em 10/08

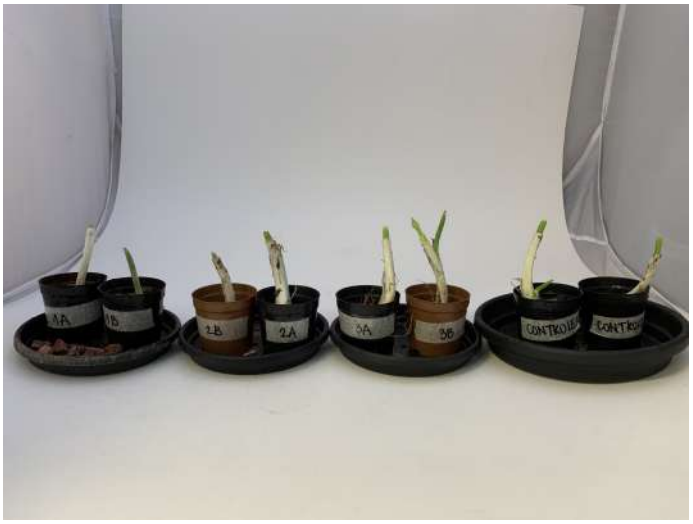


figura 18: fotos das cebolinhas no dia 17/08

Figura 19: tabela de crescimento da cebolinha

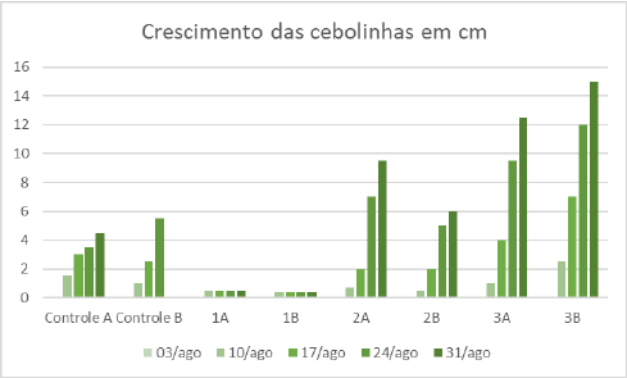


Figura 20, 21, 22,23: fotos das cebolinhas no dia 31/08

Na segunda repetição do experimento, com a rega diferente, as plantas puderam crescer. O nível 3, com fertilizante orgânico, foi o que mais cresceu desde a primeira medida, o que era esperado. Como o solo de Marte não possui compostos

orgânicos, seria importante adicioná-los em plantações no planeta. O nível 2, com fertilizante mineral, também cresceu consideravelmente, sendo outro suplemento que teria que ser adicionado. O controle cresceu menos do que os níveis com fertilizante, mas não morreu, o que comprova que a mudança de fato ocorreu por causa do solo e não por problemas nas mudas, rega ou temperatura.

Além disso, a hipótese de que o solo de Marte sem fertilizantes não seria habitável para vegetais foi confirmada, já que o nível 1, simulado do solo do planeta, não cresceu muito e secou depois de duas semanas. Marte tem composição arenosa com grande presença de óxido de alumínio e ferro, que não são muito favoráveis ao desenvolvimento vegetal (PANDA; BALUŠKA, 2009). Outras possibilidades são hidroponia ou plantio em vasos, porém ainda há o custo de transporte a se considerar. Portanto, o plantio direto em solo de Marte com uso de fertilizantes é uma opção que ainda pode ser viável.

No final do experimento, as plantas estavam um pouco amareladas, provavelmente pelo pequeno tamanho dos vasos, o que também é uma questão que deve ser lembrada ao fazer uma plantação em Marte. Os custos de manter temperatura, pressão e luminosidade adequados para sustentar a plantação seriam enormes para pequenos pedaços de terra.

Conclusão

Com base na análise dos dados, é possível concluir que uma plantação produtiva em Marte é viável com a adição de fertilizantes, principalmente orgânicos. É evidente que há várias dificuldades a serem superadas, como a falta de água disponível no planeta, e muitos aspectos precisam ser estudados a fundo, como o efeito da gravidade e luminosidade menores que a da Terra, mas considerando-se apenas o solo, é possível ter uma plantação. Também houve algumas limitações em relação à quantidade de materiais necessários para a simulação do solo de Marte e à frequência de rega. A segunda repetição, cujos dados foram analisados a fundo, durou apenas algumas semanas, sendo necessários futuros estudos para conhecer as consequências a longo prazo nas plantas.

Referências

- EHLMANN, Bethany L., LEASK, Ellen K, 2021. **Evidence for Deposition of Chloride on Mars From Small-Volume Surface Water Events Into the Late Hesperian-Early Amazonian**. Disponível em: < https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2021AV000534>. Acesso em: 24 mar 2022.
- PATTEN, Craig, s.d. **How long would a trip to Mars take?**. Disponível em: < https://image.gsfc.nasa.gov/poetry/venus/q2811.html>. Acesso em: 24 mar 2022.
- SHEKHTMAN, Lonnie, 2019. **With Mars Methane Mystery Unsolved, Curiosity Serves Scientists a New One: Oxygen**. Disponível em: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/with-mars-methane-mystery-unsolved-curiosity-serves-scientists-a-new-one-oxygen>. Acesso em: 24 mar 2022.
- BELL, Jim, 2016. **The Soils of Mars: Physical, Elemental, and Mineralogic Properties**. Disponível em: < https://scisoc.confex.com/scisoc/2016am/webprogram/Paper102202.html>. Acesso em: 24 mar 2022.
- WILLIAMS, David R, 2021. **Mars Fact Sheet**. Disponível em: < https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/marsfact.html>. Acesso em: 24 mar 2022.
- HERRIDGE, Linda, 2015. **Meals Ready to Eat: Expedition 44 Crew Members Sample Leafy Greens Grown on Space Station**. Disponível em: < https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/meals_ready_to_eat >. Acesso em: 24 mar 2022.
- HASHIMOTO, Hirofumi, WADA, Hidenori, YAMASHITA, Masamichi, 2009. **On-Site Resources Availability for Space Agriculture on Mars**. Disponível em: < https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-03629-3_18#citeas>. Acesso em: 24 mar 2022.
- AUGUSTYN, Adam, CARPENTER, Kenneth, CHAUHAN, Yamini, HIGGINS, John, HUBRIG, KENT-JONES, Douglas W., Amy, LIESANGTHEM, Gita, LOTHA, Gloria, METYCH, Michele, RODRIGUEZ, Emily, ROGERS, Kara, SAMPAOLO, Marco, TIKKANEN, Amy, TRUSTWELL, A. Sterwart, WEININGER, Jean, 1998. **human nutrition: Additional Information**. Disponível em: <

https://www.britannica.com/science/human-nutrition/additional-info#contributors>. Acesso em: 24 mar 2022.

- SAMPAOLO, Marco, 2006. **soybean**. Disponivel em: < https://www.britannica.com/plant/soybean >. Acesso em: 24 mar 2022
- SAMPAOLO, Marco, 2006. **spinach**. Disponivel em: < https://www.britannica.com/plant/spinach>. Acesso em: 24 mar 2022.
- SAMPAOLO, Marco, 2006. **Sweet potato**. Disponivel em: < https://www.britannica.com/plant/weet-potato> Acesso em: 24 mar 2022.
- LOTHA, Gloria, 2006. **vitamin A**. Disponível em: < https://www.britannica.com/science/vitamin-A>. Acesso em: 24 mar 2022.
- **Vitamin C**. Harvard T.H. Chan, 2020. Disponível em: < https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/vitamin-c/>. Acesso em: 24 mar 2022
- **Iron**. National Institute of Health, 2021. Disponível em: < https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-Consumer/>. Acesso em: 24 mar 2022
- **LEARN about scallions**. Burpee, 2021. Disponível em < https://www.burpee.com/blog/encyclopedia__scallion-article.html>. Acesso em: 12 ago 2022.
- **Crop Water Use Comparison of Rainfed Corn, Sorghum, and Soybean from**. (2019, July 22). CropWatch. Disponível em <https://cropwatch.unl.edu/crop-water-use-comparison-rainfed-corn-sorghum-and-soybean-2009-2011> em. Acesso em: 10 ago 2022
- PANDA, Sanjib Kumar; BALUŠKA, František; MATSUMOTO, Hideaki. Aluminum stress signaling in plants. **Plant signaling & behavior**, v. 4, n. 7, p. 592-597, 2009. Disponível em <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4161/psb.4.7.8903> . Acesso em: 24 ago 2022

Processo de desenvolvimento da alface no solo terrestre e Marciano

Leticia Kyuri Kim, Luisa Olivi Lima, Luiza Gort Gaertner, Surya Sant'Ana de Morais Leite

Professor(a) orientador(a): Mariane Cavalheiro

Colégio Bandeirantes

Resumo

O planeta Terra vem sofrendo de vários problemas ambientais, o que pode levar à uma futura necessidade dos seres humanos tentarem sobreviver em um outro planeta. Levando em consideração a distância, temperatura média e presença de água líquida, Marte seria o planeta mais adequado para esta mudança. Por conseguinte, este projeto visa analisar o solo marciano para avaliar se ele seria viável para plantação de alimentos, fornecendo assim os nutrientes necessários aos homens. Para tal, foram plantadas alfaces em ambos solos nas mesmas condições: um grupo de amostras em húmus e outra em um simulado do solo marciano, contendo os mesmos componentes químicos que o de Marte. Ao contrário dos resultados esperados, as plantas na terra simulada tiveram um desenvolvimento maior em relação as outras, crescendo assim, mais rápidas e mais fortes. Em conclusão, alguns dos componentes presentes no solo marciano, tais como o magnésio, podem contribuir para a plantação em Marte. Portanto, levando o estudo em consideração, Marte poderia ser uma alternativa adequada para uma possível existência contínua da humanidade, no quesito da agricultura.

Palavras-chave: Marte; solo; plantação; alface; Terra; humanidade.

Abstract

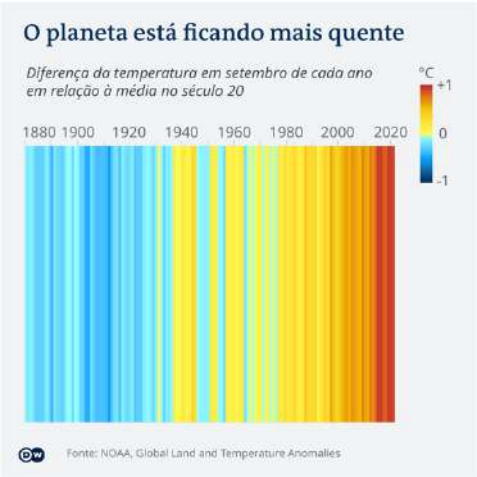
Planet Earth has been suffering from several environmental concerns, which could lead to the future need for the human race to attempt survival on another planet. Taking into consideration the distance, average temperature, and presence of liquid water, Mars would be the most suitable planet for this shift. Therefore, this project aims to

analyze the Martian soil to evaluate if it is feasible for crops and for providing the nutrients needed by men. For that an experiment was carried out on growing lettuce on both types of soil under the same conditions: a group of samples on humus and another on a simulated Martian soil containing the same chemical components as Mars's. Unlike the expected results, the plants in the simulated Mars earth had a higher and better development than the others, growing faster and stronger. In conclusion, some of the components present on the Martian soil, such as magnesium, contribute to planting on Mars. Taking everything into consideration, on the topic of alimentation, Mars could be a suitable alternative for a continued existence of humanity.

Keywords: Mars; soil; planting; lettuce; Earth; humanity.

Introdução

O planeta Terra vem enfrentando inúmeros problemas que o tornam cada vez menos habitável para a espécie humana. O homem tem causado um drástico aumento no aquecimento global, onde 74% do aumento se deu por atividades humanas após a revolução industrial e 26% foi causado devido à fatores naturais (PBMC, 2011). O efeito estufa, intensificado pelo aumento de emissões de gases pela queima de combustíveis fósseis e desmatamento, é a principal causa do aquecimento global.



(Figura 1: aumento da temperatura média global devido ao volume de partículas de gás carbônico, causando o efeito estufa)

Esse problema pode gerar diversas consequências negativas, como a diversidade de doenças, o risco das atividades econômicas e da extinção da vida selvagem de algumas espécies, como também pode ocasionar o derretimento de calotas polares e migrações. Portanto, as consequências provocadas pelo

aquecimento global não afetam toda a população de forma homogênea, uma vez que em áreas mais vulneráveis à tempestades, secas, aumento do nível do mar ou até mesmo a pobreza, as pessoas sofrem mais com esses efeitos negativos gerados, tanto pela espécie humana, quanto pelos fatores naturais (WAYCARBON, 2017). Até possíveis guerras nucleares seriam capazes de serem extremamente prejudiciais para o planeta, uma vez que este cenário se aproximaria de um apocalíptico, formando uma nuvem de poeira. A ferrugem tomaria conta de todo o planeta, o levando a uma destruição em menos de um ano, onde ele seria rapidamente desfeito. Com isso, a temperatura do planeta poderia chegar a – 40°C, já que toda luz solar seria bloqueada, comprometendo a agricultura do mundo todo. Além disso, haveria radiação se espalhando pela atmosfera, o que poderia matar bilhões de seres humanos. Portanto, se houvesse uma guerra nuclear entre a Rússia e os Estados Unidos, o mundo seria desfeito da forma mais rápida possível por conta que são os dois países que possui mais ogivas nucleares, sendo a Rússia com 5.977 ogivas nucleares e os Estados Unidos com 5.428 ogivas nucleares (PRADO, 2022). Caso não haja mudanças efetivas em menos de um ano para reverter essa situação, será necessário planejar novas possibilidades de vida, como encontrar um novo planeta habitável. Analisando o sistema solar, a opção mais viável de planeta encontrada para sobrevivência humana seria Marte, devido à presença de água líquida (ESA, 2018), a sua proximidade com a Terra, de aproximadamente 220 milhões de quilômetros e a similaridade entre a temperatura marciana e terrestre.

Considerando uma possível mudança da humanidade para Marte, é essencial que pensemos em uma forma plausível de fornecer alimentos em massa, que possa sustentar uma população, como prioridade do planejamento da mudança, já que a alimentação é umas das fontes fundamentais para a sobrevivência humana. Deve ser algo relativamente prático para que possa ser executado rapidamente e eficiente, ou seja, que realmente nutra as pessoas. Para obter resultado considerando os fatores citados, a opção pensada em adquirir esses alimentos foi de cultivar eles no solo marciano, assim será possível produzir bastante alimento com o tempo.

O estudo tem o objetivo de comparar o crescimento da alface em um solo como o de Marte e em um solo “ideal”, ou seja, com os nutrientes necessários para o plantio, para assim avaliar possibilidades de como lidar com a planta vinda do “solo marciano” (planejamento para a mudança). Ele será realizado partir de uma simulação

laboratório de um solo que tenha características do marciano. Com isso, esse projeto visa simular e avaliar a viabilidade do solo simulado ao de Marte para possibilidade de plantação. Os experimentos serão realizados com a alface lisa, por possuir um tempo de plantio de entre 60 e 70 dias (MATHIAS, João, 2015), relativamente curto, facilitando a rápida obtenção de resultados para a pesquisa.

O solo de Marte se particulariza por ser rico em silício, ferro, cloro e enxofre, devido à presença de sais, cloretos e sulfatos na consolidação dele (NASA, 2004), o que explica sua característica arenosa e rochosa, fazendo com que ele tenha uma menor retenção de nutrientes por possuir menor capacidade de troca de cátions (NASA, 2021). Já o solo humífero, conhecido como solo orgânico, é rico em húmus, matéria orgânica em decomposição, nutrientes, água e ar (VIRTUOUS, 2022).

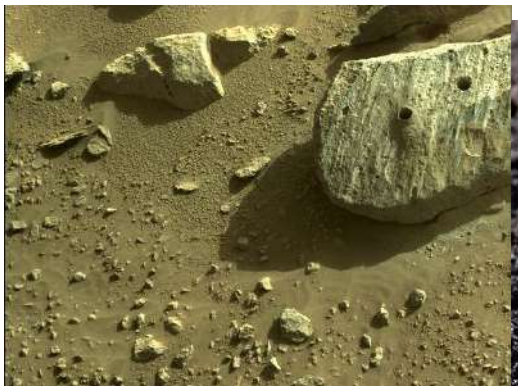


Figura 2: amostra do solo marciano. Fonte: Uol

Figura 3: amostra do solo humífero. Fonte: Uol

O objetivo desse projeto é responder a seguinte pergunta: “Como cultivar alface em solo degradado comparado ao solo nutritivo?”

Objetivos

Objetivo Geral:

- Simular e avaliar a viabilidade do solo marciano para o cultivo de alface.

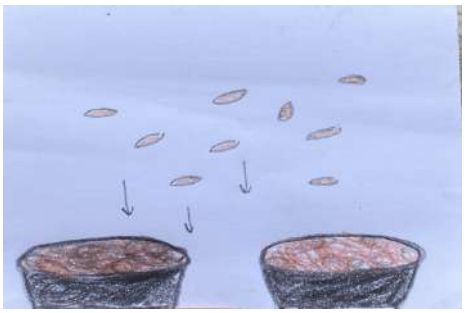
Objetivos específicos:

- Pesquisar sobre a composição do solo de Marte e do solo rico em nutrientes
- Simular os principais componentes do solo Marciano e do solo rico em nutrientes
- Estudar o crescimento da alface em ambos os solos e compará-los

Avaliar os resultados e verificar se é viável o cultivo de alface no solo marciano.

Materiais e Método

Processo de simulação do solo marciano: misturar os componentes que o formam.



Processo de plantação (primeiro nível): plantar as sementes de alface nos dois tipos de solo.

Processo de plantação (segundo nível): plantar as pequenas mudas de alface em cada tipo de solo (também foi apresentado no desejo o processo de regar a mudas, que faz parte de cuidar delas para que cresçam).

Processo de plantação das mudas maiores de alface em cada tipo de solo, que seria o início do terceiro nível do experimento.

Os materiais necessários serão:

- 6 vasos
- 4 mudas de alface (2 musas pequenas e 2 mudas grandes)
- Fertilizante
- 1 pacote de semente de alface
- Água
- Miniestufa
- Terra terrestre:
    - Terra humífera
    - Fertilizante
- Terra simulada a de Marte:
    - Areia (SiO2)
    - Leite de magnésia (Mg (OH)2)
    - Al (OH)3)
    - Sal de cozinha (Na+)
    - Ca (OH)2
    - Fe2O3

Resultados e Discussão

O experimento tem como objetivo analisar o crescimento da alface comparando-o em solo simulado ao de Marte e em solo nutritivo. Assim, foi esperado que, tanto a semente quanto a muda iriam se desenvolver melhor no solo nutritivo do que no solo simulado ao de Marte, devido aos componentes químicos presentes nele que podem dificultar o crescimento da planta.

Alguns empecilhos, tais como mudança na temperatura ou falta de luz solar, atrapalharam no desenvolvimento da alface em ambos os solos, dificultando assim, a comparação entre eles.

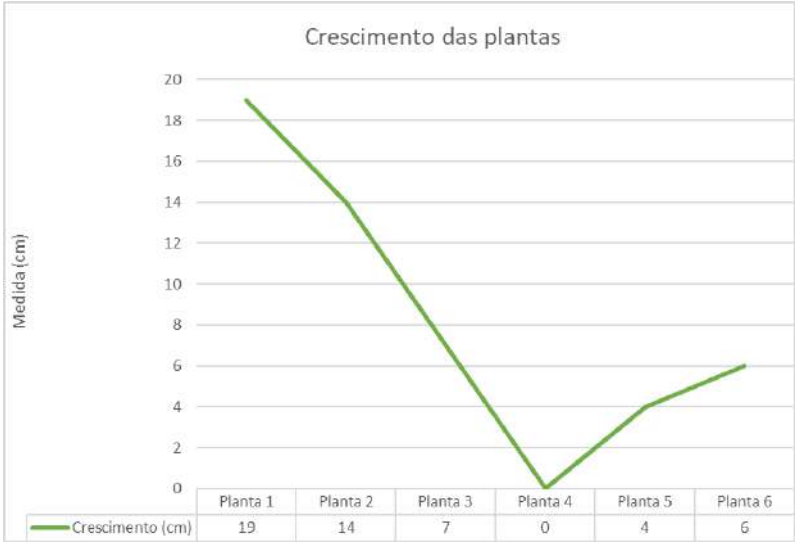
Dificuldades e Riscos Encontrados

Descrição do risco ou dificuldade	***Descrição da ação para mitigar***
Falta de energia solar	Mudou-se o ambiente e a posição da planta

Surgimento de mofo na terra	Foi colocado vinagre de maçã no solo
A plantação com sementes não apresentou progresso no crescimento	Foram plantadas outras sementes

Após um mês crescendo nas mesmas condições, o experimento teve resultados diferentes do esperado. As alfaces que foram plantadas em solo simulado ao de Marte tiveram um maior desenvolvimento do que as da terra humífera. Os caules das mudas da terra marciana ficaram mais resistentes e maiores do que os da Terra. Assim, é possível analisar e comparar o crescimento das alfaces no gráfico e nas figuras abaixo.

<u>Gráfico do desenvolvimento:</u>



Imagens:

Figura 4: Muda 1 plantada no solo simulado ao de Marte.

Figura 5: Muda 2 plantada no solo simulado ao de Marte.

Figura 6: Semente plantada no solo simulado ao de Marte.

Figura 7: Semente plantada no solo humífero.

Figura 8: Muda 5 plantada no solo humífero.

Figura 9: Muda 6 plantada no solo humífero.

As plantas, uma semana depois das fotos tiradas acima, desenvolveram mofo e a maioria acabou morrendo. Acredita-se que as alfaces não tenham sobrevivido devido ao fungo que surgiu por conta do excesso de umidade e a insuficiência de luz solar. Portanto, as plantas não conseguiram realizar a fotossíntese necessária para que seu desenvolvimento tivesse sido realizado com êxito.

Figura 10: alface na terra humífera mofada.

Figura 11: alface na terra humífera mofada.

Figura 12: alface na terra humífera mofada.

As plantas, logo depois da identificação do mofo, foram levadas para um lugar mais aerado e com maior incidência de luz solar, acarretando, assim, no desaparecimento do fungo existente. Apesar disso, apenas uma planta continuou a se desenvolver, a planta 1, do solo simulado ao de Marte.

<u>Imagem da planta sobrevivente:</u>

A partir das observações de que as plantas na terra simulada ao de Marte tiveram um desenvolvimento maior, foi gerada a hipótese de que isso ocorreu por conta do magnésio presente na terra em questão. O magnésio é um ativador de várias

enzimas, como as da fotossíntese ribulosebifosfato e a fosfoenolpiruvato carboxilase (PAULILO, VIANA, RANDI, 2015).

> *O magnésio desempenha várias funções importantes na planta como integrate da unidade de porfirina da molécula de clorofila e stabilizador da estrutura dos ribossomos. Também é ativador de várias enzimas, como as enzimas da fotossíntese ribulosebifosfato e a fosfoenolpiruvato carboxilase, e liga as moléculas de ATP aos sítios ativos das enzimas. A deficiência em magnésio provoca clorose nas folhas devido à degradação de clorofila nas regiões entre as nervuras, pois os cloroplastos, nessa região, são menos sensíveis à deficiência em magnésio e retêm a clorofila por mais tempo.*

O nutriente também atua na síntese proteica, formação de clorofila, carregamento do floema, separação e utilização de fotoassimilados, além de contribuir com o desenvolvimento do sistema radicular. A maior parte desse elemento químico absorvido pelas plantas permanece nos caules e folhas (MEYER, et.al, 1983), como ocorreu nas alfaces do experimento, contribuem em grande parte em seu desenvolvimento nessas áreas.

Portanto, o experimento concluído possibilitou um possível desenvolvimento da vida humana em Marte, oferecendo informações para aqueles que estudam sobre a produção de alimentos cultivados em solo marciano e possíveis soluções para os obstáculos encontrados.

Conclusão

Devido aos resultados obtidos, a conclusão é que as alfaces cresceram e se desenvolveram mais quando plantadas no solo simulado de Marte, o que é curioso, já que foi contra os resultados esperados. A hipótese para explicar o ocorrido é por conta do magnésio presente da terra simulada à marciana. Com isso, foi concluído que, a plantação em Marte pode ser possível caso os componentes químicos presentes no solo, como o magnésio, sejam devidamente absorvidos pelas plantas, permitindo, assim, uma possível sobrevivência do homem, no quesito de alimentação, em alguma futura viagem ao planeta vermelho.

Referências

- WAYCARBON. Quais as reais consequências do aquecimento global? Disponível em: https://blog.waycarbon.com/2017/07/quais-as-suas-reais-consequencias-do-aquecimento-global/ . Acesso em: 16 mar. 2022.
- PRADO, Filipe. Quais seriam as consequências de uma guerra nuclear? Disponível em: https://www.istoedinheiro.com.br/entenda-a-possibilidade-de-uma-guerra-nuclear-na-ucrania/ . Acesso em: 16 mar. 2022.
- RODRIGUES, Ruth. Quanto tempo leva para chegar em Marte? Disponível em: https://socientifica.com.br/viagem-a-marte-quanto-tempo-leva-para-chegar-la/ . Acesso em: 16 mar. 2022.
- PBMC. Humanidade pode ser responsável por 74% do aquecimento global. Disponível em: http://pbmc.coppe.ufrj.br/index.php/pt/noticias/220-humanidade-pode-ser-responsavel-por-74-do-aquecimento-global#:~:text=Os%20c%C3%A1lculos%20dos%20pesquisadores%20acabaram,atividades%20ap%C3%B3s%20a%20revolu%C3%A7%C3%A3o%20industrial . Acesso em: 16 mar. 2022.
- PINSKY, Vanessa. Aquecimento Global: O que é, Causas e Consequências Disponível em: https://fia.com.br/blog/aquecimento-global/#:~:text=A%20principal%20rela%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20com,desses%20gases%20para%20a%20atmosfera . Acesso em: 16 mar. 2022.
- MATOS, Manuel Lopes. As primeiras análises e solo Marciano feitas pelo SPIRIT revelam surpresas. Disponível em:https://www.cienciaviva.pt/rede/space/home/sugestao14.asp. Acesso em: 16 mar. 2022.
- MATHIAS, João. Home > Como Plantar > Cuidados Disponível em: https://www.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1228441-4529-2,00.html . Acesso em: 18 mar. 2022.
- Virtuous. Tipos de solo Disponível em: https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Solo/Solo8.php . Acesso em: 18 mar. 2022.
- HAMILTON J., Calvin. Introdução a Marte

Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/ast/solar/portug/mars.ht . Acesso em: 18 mar. 2022.

- PAULILO, Viana, Randi. Fisiologia vegetal.
  Disponível em: https://uab.ufsc.br/biologia/files/2020/08/Fisiologia-Vegetal.pdf . Acesso em: 18 mar. 2022.
- MEYER, et.al. Introdução à fisiologia vegetal (2a edição). Acesso em: 18 mar. 2022.

Figuras:

- Figura 1: GRÜN, Giana-Carina/ SCHUINSKI M., Rodrigues/ PENKE,Michel – As mudanças climáticas em 11 gráficos – disponível em: https://www.dw.com/pt-br/as-mudanças-climáticas-em-11-gráficos/a-59713013 . Acesso em: 23 mar. 2022.
- Figura 2: SOUZA C., Bruna - Amostra de solo em Marte pode ter indício de condições de vida - disponível em: https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/09/11/robo-da-nasa-coleta-com-sucesso-amostras-de-rocha-em-marte-veja-fotos.htm . Acesso em 23 mar. 2022.
- Figura 3: POLON, Luana – Tipos de solo - disponível em: https://www.estudokids.com.br/o-solo-arenoso-argiloso-calcario-e-humoso/ . Acesso em: 23 mar. 2022.

Influência de diferentes luzes no crescimento da cebolinha

Alfredo Onoe n.01, Giorgio Bezzi n.08, Robert Arcuri n.35
Professoras orientadoras: Fernanda Sodré, Mariane Cavalheiro
Colégio Bandeirantes

Resumo

Nosso objetivo com este experimento é equilibrar a quantidade de O_2 com a de CO_2, como deve ser. Nas últimas décadas o ser humano queimou muito petróleo, isso fez com que o ciclo do dióxido de carbono fosse maior que o do oxigênio, desequilibrando a biosfera. Uma solução para isso é também aumentar o ciclo das plantas, desenvolvendo uma pequena estufa que podemos exportar em diferentes tipos de iluminação para aumentar a produção de O_2, acelerando ainda mais a fotossíntese. O projeto foi realizado em uma caixa de papel que fica em quatro partes, contendo potes cheios de terra contendo sementes de cebolinha em cada uma, é importante saber que esses potes de plástico possuem canais nos quais as sementes podem ser regadas constantemente. Por fim, as luzes de LED, que serão acesas durante o experimento, cada uma com uma cor diferente. As sementes se desenvolverão e crescerão banhadas em luzes vermelhas, azuis, amarelas e verdes. Os resultados confirmam que sem luzes de LED as mudas crescem aproximadamente 1,5 cm por semana, já com LEDs verdes crescem em torno de 1,6cm, com amarelo 1,9cm, com vermelho 2,2cm e com azul 2,4cm, sendo o azul a cor que teve melhor resultados. Resumindo, as luzes azul e vermelha são as mais eficientes para o crescimento e desenvolvimento de uma planta, consequentemente aumentando a fotossíntese e a produção de O_2.

Palavras-chave: (crescimento da cebolinha; LEDs; cores diferentes; fotossíntese.

Abstract

Our objective with this experimento is to balance the amount of O_2 with that of CO_2, as it should be. In the last decades human beings have burned a lot of oil, this had made the carbon dioxide cycle greater than the oxygen is, unbalancing the biosphere. A

solution for it, is also increase the cycle of plants, developing a small-scale greenhouse that we can export in different types of lighting to upgrade the O2 production, further accelerating photosynthesis. The project was carried out in a paper box that remains in four parts, containing pots filled with earth carrying chive seeds in each one, it is important to know that these plastic pots have channels in which the seeds can be watered constantly. Finally, the LED lights, which will be turned on during the experiment, each having a different color. The seeds will develop and grow bathing in red, blue, yellow and green lights. The results confirm that without LED lights the seedlings grow approximately 1.5cm per week, though with the green LEDs they grow around 1.6cm, with yellow 1.9cm, with red 2.2cm and with blue 2.4cm, being blue the color which had the best results. In summary, the blue and red lights are the most efficient for the growth and development of a plant, consequently increasing the photosynthesis and O_2 production..

Keywords: chive growth; LEDs; different colors; photosynthesis.

Introdução

A fotossíntese das pelas plantas funciona numa reação química entre CO_2, que reage com a H_20, tendo como subproduto $C_6H_{12}O_6$, mais conhecido como glicose. O oxigênio, como um gás, é liberado na atmosfera. Estes compostos são responsáveis pelo crescimento da planta, junto da luz, afinal, para que a reação entre CO_2 e H_20 ocorra, é necessária que no sistema, entre energia luminosa (como toda reação química).

A radiação luminosa recebida pelas plantas é proveniente do Sol, que emite diversas ondas eletromagnéticas. Dentre elas, as ondas do espectro visível são as mais importantes, e estão entre 400 nm e 700 nm. (nm = nanomêtro)

Segundo Anacleto (2012), um estudo realizado por Engelmann, a respeito da energia absorvida por plantas, mostra que as moléculas de clorofila que ficam dentro das células das plantas são as responsáveis pela absorção de luz.

Uma planta nem sempre absorve todas as luzes. Dentro do espectro da luz solar, há várias frequências. As cores que são melhores absorvidas são o azul e o vermelho

As do espectro de luz verde é muito refletida pela planta, por isso que planta é verde. Importante ressaltar que Frequência separadas interferem na fotossíntese, se imitirmos diretamente a vermelha e azul é possível que a reação química da fotossíntese ocorra mais rápido.(ANACLETO, 2012)

As luzes de espectro Vermelho e a Laranja, que são luzes de grande comprimento de onda, possuem fótons poucos energéticos, e as plantas aproveitam essa energia para a produção de matéria orgânica na fotossíntese. A luz vermelha na faixa de 400 a 500 nm, auxilia em diversos processos que beneficiam o vegetal, como o a floração, que é de extrema importância para a polinização, a produção de clorofila, necessária para a fotossíntese e o crescimento do caule. (ANACLETO, 2012)

Apesar das luzes vermelhas e azuis serem melhores do que as luzes de espectro Amarelo, ao ser emitida diretamente é possível aumentara a área de foliar das plantas de tomates em comparação a exposição total das outras frequências. Também foi descoberto que a luz azul produzia folhas verdes mais escuras do que a luz natural, enquanto a luz verde e amarela produzia folhas verdes claras.

As luzes do espectro Azul, são responsáveis pela nutrição, formação de uma intensa fotossíntese e pelo crescimento radicular (contribuindo por um aumento no potencial produtivo das plantas). Embora seja muito eficaz, acaba não sendo muito eficiente pois uma grande parte de sua energia precisa ser drenada. Essa luz se encontra na faixa de 400-500 nm (ANACLETO, 2012).

Avanços tecnológicos de diodos emissores de luz tornaram-se uma alternativa viável aos sistemas de iluminação atuais para requisitos de iluminação em estufas de crescimento de plantas, independentemente das condições ambientais. Entender como a iluminação específica do LED, no comprimento de onda adequado, pode afetar o desenvolvimento das plantas beneficamente (VITORIA; et al., 2007).

A fotossíntese é um processo realizado por organismos fotossintéticos, como plantas, algas e alguns procarionte. Eles captam a luz solar, transformam em energia química e produzem os compostos orgânicos (carboidratos ou açúcares) a partir de água e dióxido de carbono.

O maior crescimento e rendimento das plantas de alface foram observados na fonte de variação de luz Led bem como, maior eficiência na fotossíntese pelas plantas.

Com o gráfico a baixo, podemos ver que as plantas fazem a absorção maior quando são expostas a luzes azuis e vermelhas, isso ocorre por causa que para a clorofila A são melhores ondas do espectro vermelho que são de ondas com os períodos maiores, e da clorofila B que tem mais absorção dos espectros azuis que tem ondas com o período mais curto. (NETO et al., 2018

Além da fotossíntese, a luz possui diversas outras importâncias e influências para a planta. Em células vegetais há a presença de um pigmento chamado citocromo, que se divide em fito cromo ativo e inativo. Estes são responsáveis pela regulação da síntese proteica, germinação e etc.. Eles reagem ao espectro luminoso entre o azul e o vermelho intenso (TAIZ; ZEIGER, 2008). Os citocromo inativos se transformam em ativos pela ação da luz azul ou vermelha. Com a absorção de luz vermelha intensa, os fitocromos ativos se tornam inativos (TAIZ; ZEIGER, 2008). Ocorre a germinação quando há a retomada do crescimento do embrião após sua maturação, ou seja, o seu desenvolvimento por completo. Ela depende de alguns fatores internos e externos. Os externos são: temperatura, oxigênio, luz e água (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

Avanços tecnológicos de diodos emissores de luz tornaram-se uma alternativa viável aos sistemas de iluminação atuais para requisitos de iluminação em estufas de crescimento de plantas, independentemente das condições ambientais. Entender como a iluminação específica do LED, no comprimento de onda adequado, pode afetar o desenvolvimento das plantas beneficamente (VITORIA; et al., 2007).

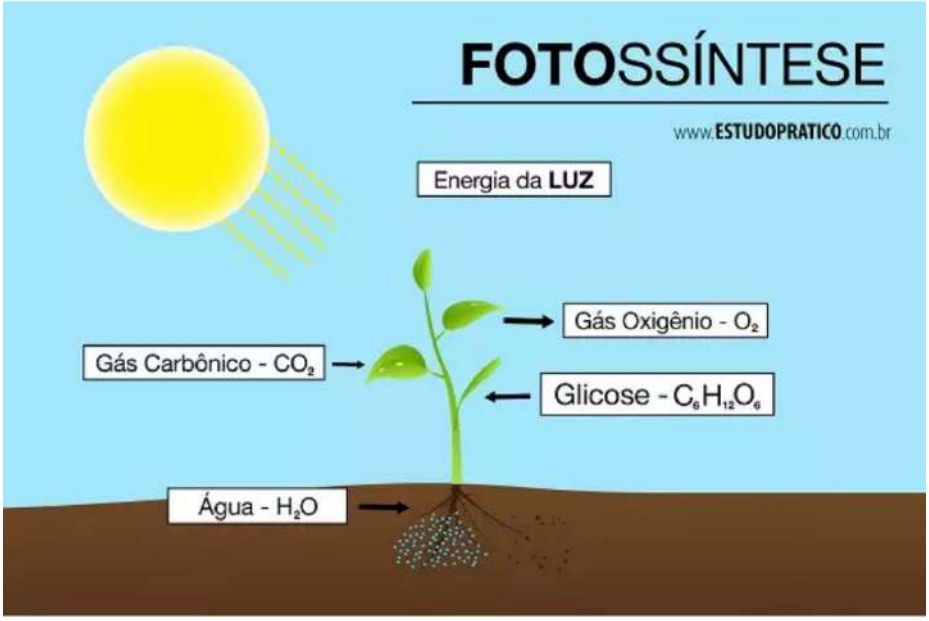


Figura 1: Esquematização do processo de fotossíntese

A fotossíntese é um processo realizado por organismos fotossintetizantes, como plantas, algas e alguns procarionte. Eles captam a luz solar, transformam em energia química e produzem os compostos orgânicos (carboidratos ou açúcares) a partir de água e dióxido de carbono.

O maior crescimento e rendimento das plantas de alface foram observados na fonte de variação de luz Led bem como, maior eficiência na fotossíntese pelas plantas.

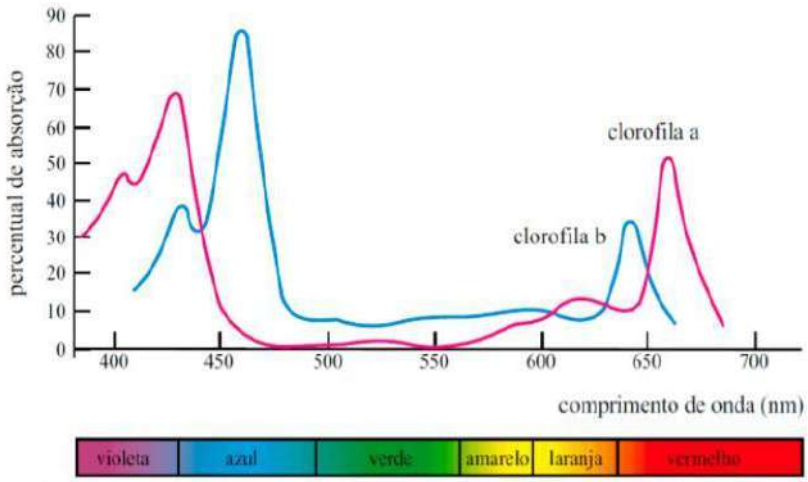


Figura 2: comprimento de onda e absorção

Com o gráfico a baixo, podemos ver que as plantas fazem a absorção maior quando são expostas a luzes azuis e vermelhas, isso ocorre por causa que para a

clorofila A são melhores ondas do espectro vermelho que são de ondas com os períodos maiores, e da clorofila B que tem mais absorção dos espectros azuis que tem ondas com o período mais curto. (NETO et al., 2018).

Além da fotossíntese, a luz possui diversas outras importâncias e influências para a planta. Em células vegetais há a presença de um pigmento chamado citocromo, que se divide em fito cromo ativo e inativo. Estes são responsáveis pela regulação da síntese proteica, germinação e etc.

Eles reagem ao espectro luminoso entre o azul e o vermelho intenso (TAIZ; ZEIGER, 2008). Os citocromo inativos se transformam em ativos pela ação da luz azul ou vermelha. Com a absorção de luz vermelha intensa, os fitocromos ativos se tornam inativos (TAIZ; ZEIGER, 2008).

Ocorre a germinação quando há a retomada do crescimento do embrião após sua maturação, ou seja, o seu desenvolvimento por completo. Ela depende de alguns fatores internos e externos. Os externos são: temperatura, oxigênio, luz e água (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

Objetivos

Objetivo geral: uma comparação as plantas que foram expostas individualmente a cada comprimento de luz, e definir qual luz é melhor para acelerar a fotossíntese com objetivo de que libere mais oxigênio

Objetivo específico: Analisar como as diferentes luzes, cada uma iluminando um vaso com cebolinha, pode ajudar no crescimento da raiz, fortalecer as fibras da folha, e facilitar o desenvolvimento da muda, assim, concluir qual teve o professo de fotossíntese mais rápido.

Materiais e Método

O experimento vai ser desenvolvido no laboratório de STEAM do colégio Bandeirantes.

Os materiais utilizados são:

-1 caixa de papelão

-8 garrafas de água de coco

-8 mudas de cebolinha

-8 vasos

-terra e argila

-LEDs (2 de cada cor)

O desenho do aparato experimental para crescimento da cebolinha pode ser observado a seguir:

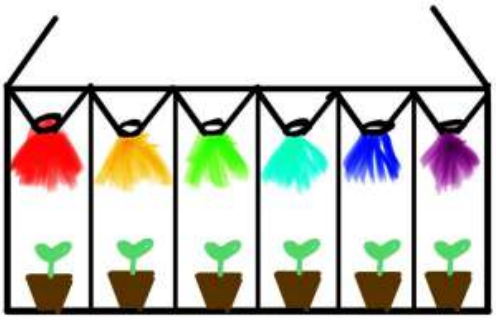


Figura 3: amostras de cebolinha expostas a luzes de diferentes cores, diferentes comprimentos de onda

Foi utilizado uma caixa de papelão para servir como a base para cada amostra de caixa contendo terra e cebolinha. A caixa foi dividida em algumas partes. Foram inseridos vasos de terra com as sementes de cebolinha em cada amostra (caixa). Por fim, foram acoplados LEDS, das cores: verde, vermelho e azul, a fim de ser analisado o crescimento da cebolinha exposta a estas luzes. A sementes crescerão em luzes vermelho, azul e verde.

A Tabela 1 abaixo apresenta conceitos importantes acerca do design experimental desta pesquisa:

Sobre o design experimental	
Variável independente	Sistema de LEDs, de cores diferentes em cada amostra
Variável dependente	Comprimento dos caules das cebolinhas
Constante	• Quantidade de terra • Quantidade de sementes • Quantidade de lâmpadas LEDs. • Tempo de exposição à luz artificial

Tabela 1: constantes e variáveis, independentes e dependentes do design experimental

Resultados e Discussão

Semana 1 – Foram compradas mudas de cebolinha e as replantadas em caixas de suco com pedras de argila em baixo, que ajudam a compor nutrientes para a cebolinha. O início das regas ocorreu na segunda, quarta e sexta. As cebolinhas apresentaram 6cm de raiz e 6cm de folha na muda.

Semana 2 – Foi observado que todas as amostras de cebolinha cresceram a mesma medida (1,5cm) sem os leds. Foi implementada nessa semana, azul, vermelha e verde.

Semana 3 – Na cor azul, houve um crescimento de 2,4cm, na cor vermelha, 2.2cm, na amarela 1,9 e na verde 1,6.

Semana 4 – As cebolinhas tiveram o mesmo crescimento da semana anterior e aí tivemos certeza que as luzes azul e vermelha eram as mais eficientes.

Semana 5 – Foi dada continuidade à observação dos crescimentos dos caules, sendo proporcionais aos aumentos registrados nas semanas anteriores.

Semana 6 – Assim como na semana anterior, foi dada continuidade à observação dos crescimentos dos caules, sendo proporcionais aos aumentos registrados nas semanas anteriores.

A seguir, as Figuras mostram as soldas realizadas junto aos fios e leds, acoplados a diferentes caixas:

(a) (b)

Figura 4: (a e b) Leds acesos e acoplados as amostras nas caixas

Figura 6: Sistema finalzado: caixas dotadas de cebolinha, acoplada com LEDs de diferentes cores

Figura 7: Final do experimento, ao longo do tempo – amostras de cebolinhas crescidas e os leds de diferentes cores acoplados a caixas com terra e cebolinha, para avaliação de seus crescimentos

A seguir, apresenta-se a Tabela 2 com o registro do comprimento dos caules da cebolinha expostos a diferentes luzes, diferentes frequências ou comprimento de onda.

SEMANA	LED VERMELHA	LED AZUL	LED AMARELA	LED VERDE
1	12 cm	12 cm	12 cm	12 cm
2	13,5 cm	13,5 cm	13,5 cm	13,5 cm
3	15,9 cm	15,7 cm	15,4 cm	15,1 cm
4	18,3 cm	17,9 cm	17,3 cm	16,7 cm
5	20,7 cm	20,1 cm	19,2 cm	18,3 cm
6	23,1 cm	22,3 cm	21,1 cm	19,9 cm
7	25,5 cm	24,5 cm	23 cm	21,5 cm
8	27,9 cm	26,7 cm	24,9 cm	23,1 cm
9	30,3 cm	28,9 cm	26,8 cm	24,7 cm

Tabela 2: Registro da altura do caule da cebolinha exposta a diferentes cores de Led

Conclusão

Com os resultados concluímos que as luzes vermelhas e azuis tiverem um resultado maior com o crescimento das cebolinhas. A clorofila “A” tem um índice de absorção de energia maior com frequências mais longas (vermelhas) e a Clorofila “B” tem um índice de absorção de energia maior com frequências mais curtas (azuis).

Referências

- RITA, Aline Cristina Castro; MOTA, Simone da Silva; RIBEIRO, Bruna Carvalho; GIRÂO, Paula Valentim; PASIN, Liliana Auxiliadora Avelar Pereira. **INFLUÊNCIA DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA LUMINOSA NA GERMINAÇÃO DE MOGANGO**. Revista Fepi. Disponível <http://revista.fepi.br/revista/index.php/revista/article/download/489/358>. Acesso em: 13/03/2022.
- ANACLETO ; SIMONE; NIEL. **BLOG COMO A LUZ ESPECTRALINFLUÊNCIA O CRESCIMENTO DAS PLANTAS**. Disponível em: <https://www.hidroponiabrasil.com/post/luz-no-crescimento-das-plantas>. Acesso em 13/03/2022
- MASCARENHA; DCOM; FAPEMIG; SANTOS. **SAIBA COMO A QUALIDADEDE LUZ INTERFERE NO CRECIMENTO DAS PLANTAS** Disponível em: <https://ufla.br/noticias/pesquisa/12663>. Acesso em 13/03/2022

O crescimento de plantas sob diferentes espectros de luz

Bárbara Flores Lima, Matias Bergmann, Nickolas Demarchi, Pedro Vechi Santos, Stephany Neves de Almeida
Professor (a) orientador (a): Lucianne Leigue dos Santos
Colégio Bandeirantes

Resumo

Este estudo explorou como os diferentes espectros de luz afetam o crescimento de plantas, visando uma forma mais eficiente de cultivo. No experimento, oito cebolinhas e oito feijões foram separados em 4 grupos. Cada par foi exposto a luz solar e coberto por papel celofane vermelho, verde, azul e um par sem qualquer intervenção de cor, que é o controle. O experimento durou 5 semanas para a cebolinha e 2 semanas para o feijão. Os resultados sugeriram que a cebolinha sob o espectro vermelho cresceu mais. Além disso, o grupo de cebolinha sob o espectro verde teve a mesma variação que o par sem nenhuma intervenção de cor, contrariando a hipótese de que seria o par com menor variação, que acabou sendo o par azul. Os grãos com maior variação de crescimento foram o par sob o papel celofane verde. O feijão sob o espectro vermelho apresentou grande crescimento, porém menor que o grupo verde, algo não esperado. O par de feijão azul teve a menor variação. Em conclusão, ambas as espécies apresentaram resultados semelhantes e contribuem para outros estudos que afirmam que o espectro de luz vermelha e luz verde são os melhores para o crescimento da planta.

Palavras-chave: Plantas; espectro de luz; cebolinhas; feijões.

Abstract

This study explored how the different light spectrums affects plant growth, aiming for a more efficient way grow crops. In the experiment, eight chives and eight beans were used, separated into 4 groups, each pair was exposed to sunlight and covered by cellophane paper, with red, green, blue and one pair without any color intervention, which is the control. The experiment lasted 5 weeks for the chives and 2 weeks for the

beans. Results suggested that the chive under the red spectrum grew more. Besides that, the group of chives under the green spectrum had the same variation as the pair without any color intervention, going against the hypothesis that they would be the pair with the lowest variation, that turned out to be the blue pair. The beans with the biggest variation of growth were the pair under the green cellophane paper. The beans under the red spectrum showed great growth but less than the green group, something not expected. The blue pair of beans had had the lowest variation. In conclusion, both species showed similar results and they contribute to other studies that claim that the red-light and green-light spectrum are the bests for the plant's growth.

Keywords: plant; light spectrum; chives; beans

Introdução

A insegurança alimentar é um problema gravíssimo que vem aumentando nos últimos anos. De acordo com dados da FAO, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, dos 213,3 milhões de brasileiros, cerca de 61,3 milhões – 3 em cada 10 habitantes – estão passando por algum tipo de insegurança alimentar. Desse número, aproximadamente 15,4 milhões estão em insegurança alimentar grave (G1, 2022).

Em todo o mundo, 2,3 bilhões de pessoas estão passando por essa situação, ou seja, 29,3% da população mundial sofre com a fome, 350 milhões a mais do que antes da pandemia de coronavírus em 2020 (UNICEF, 2022).

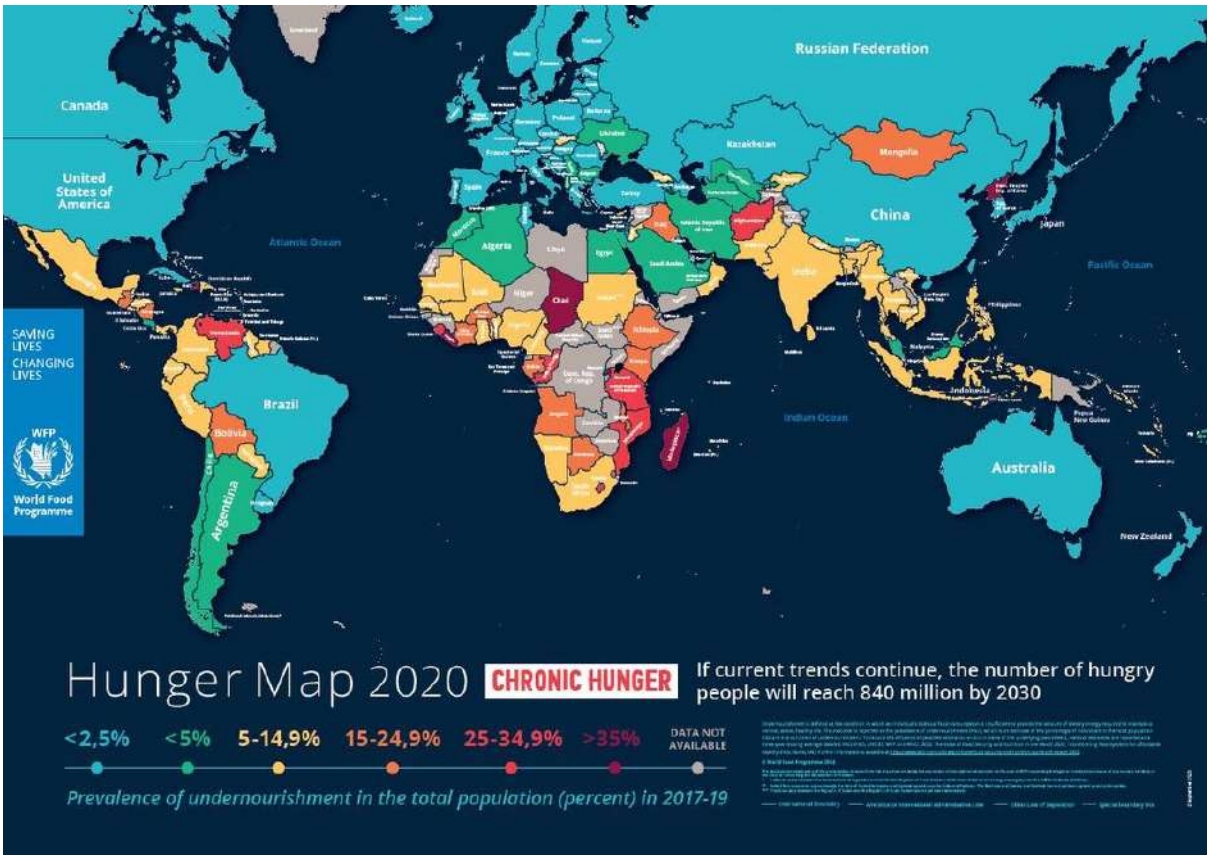


Figura 1 – Mapa mundial da fome em 2020 (World Food Programme)

A insegurança alimentar é um fenômeno multidimensional, ou seja, possui diversas causas diferentes. Essas causas podem estar ligadas à diminuição na quantidade de alimentos (por conta de problemas na produção agrícola), queda na qualidade dos alimentos, problemas de abastecimento, encarecimento dos produtos alimentícios, perca de renda ou diminuição do salário e mudanças climáticas (BRASIL ESCOLA, 2022).

Essas causas estão divididas nas 4 dimensões da segurança alimentar definida pela FAO. A 1° dimensão está ligada à disponibilidade de produtos (relacionada à produção agrícola). A 2°, ao acesso físico e econômico dos indivíduos a estes alimentos (relacionado ao abastecimento e à situação financeira da população). A 3° dimensão está ligada à utilização dos alimentos pelos indivíduos (relacionada às condições físicas das pessoas para preparar a sua refeição) e a 4° dimensão está ligada à manutenção de todas as dimensões citadas anteriormente (LEGNAIOLI, s.d).

Além disso, a insegurança alimentar está dividida em três níveis diferentes: leve, moderada e grave. A insegurança alimentar leve ocorre quando há queda na qualidade da alimentação e preocupação com o acesso à comida no futuro. A

insegurança alimentar moderada ocorre quando há restrição na quantidade de alimentos consumida. Já a insegurança alimentar grave, ocorre quando há falta de alimento para uma família inteira, passando por uma situação de fome (ROSA, 2011).

Como foi mencionado, uma das principais causas para esse grande problema é a menor disponibilidade de alimentos devido a problemas na etapa inicial do setor alimentício, ou seja, problemas na plantação. Levando em conta a agricultura brasileira, é correto afirmar que um desses problemas na plantação é a baixa produtividade. Essa baixa produtividade deriva de limitações do conhecimento agrícola e do desenvolvimento de técnicas agrícolas (BRESSER-PEREIRA, s.d).

Outra causa da insegurança alimentar importante para essa pesquisa é o aumento dos preços dos alimentos, devido principalmente, ao aumento dos custos de produção. De acordo com relatórios da ONU, o aumento com esses custos de produção nos países em desenvolvimento (como o Brasil), foi de 25% (DE FREITAS, s.d).

Fatores para esse aumento foram a alta do dólar, a elevada inflação, o aumento do preço dos combustíveis e elevados gastos com insumos (como fertilizantes). De acordo com a CNA, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, entre 2020 e 2022, o aumento no preço de fertilizantes foi de 288% (CNA, 2022)

Atualmente os fertilizantes são aplicados em larga escala na agricultura com a finalidade de aumentar a quantidade de alimento produzido por terreno. Os fertilizantes aumentam a quantidade de nutrientes no solo e assim aumentam a velocidade do desenvolvimento da planta, consequentemente aumentando a quantidade de alimento produzido por terreno. Os principais nutrientes nos fertilizantes são: Nitrogênio, Enxofre, Fósforo, Magnésio, Cálcio e Potássio (NORDESTE FERTILIZANTES, 2020). Alterando a quantidade desses nutrientes no solo também alteramos completamente o crescimento e produção das plantas, pois quanto maior a quantidade de nutrientes, melhor será para a planta, e se não houver nutrientes para a planta, ela não cresce (MORAES, 2020).Além do melhor aproveitamento dos nutrientes do solo, os fertilizantes melhoram o aproveitamento de água e de luz solar da planta, aumentando a capacidade fotossintética e diminuindo a probabilidade da planta se tornar alvo de pragas e doenças (ROSALEN, 2021).

Porém, o alto preço desses fertilizantes é algo que dificulta a distribuição dos alimentos para a população, já que reflete diretamente no preço dos produtos vendidos aos consumidores. Portanto, foi pensado em utilizar outras técnicas para aumentar a produtividade e não ter um gasto tão grande com esse insumo, para assim diminuir o preço dos alimentos e Marci-lo mais acessível à população mais vulnerável.

Com a plantação em um espectro de luz mais efetivo, a produção seria maior e os gastos com fertilizantes e energia seria menor. Portanto, a quantidade de alimentos (ligada à primeira dimensão da segurança alimentar) seria maior e o preço dos alimentos diminuiria, aumentando a disponibilidade à população mais carente (ligada à segunda dimensão da insegurança alimentar).

Para entender como os diferentes espectros de luz afetam o crescimento das plantas, é necessário primeiramente, entender como ocorre o crescimento e o desenvolvimento delas.

O crescimento se trata de um fenômeno irreversível no tamanho do ser vivo, já o desenvolvimento se constitui em uma série de fenômenos que ocorrem simultaneamente ao crescimento. O crescimento do vegetal é influenciado por fatores endógenos, como os hormônios vegetais, também chamados de fitormônios, ou por fatores exógenos. Os fitormônios servem como hormônios reguladores do crescimento da planta e a síntese e ação desses hormônios afeta diretamente o crescimento. Um bom exemplo disso são as Auxinas, que atuam sobre a parede celular do vegetal provocando sua distinção (BIOMANIA, 2017).

Os fatores externos são a água, o O2, CO2, temperatura e a luz envolvida no processo de fotossíntese. Um exemplo de um fator externo que pode afetar o crescimento de uma planta é a temperatura, já que todo vegetal possui uma temperatura ideal, para que o crescimento da planta seja maior (GOMES, 2021). Outro fator que afeta o crescimento, é o espectro de luz sob a planta em questão, e é esse fator que será estudado ao longo do projeto.

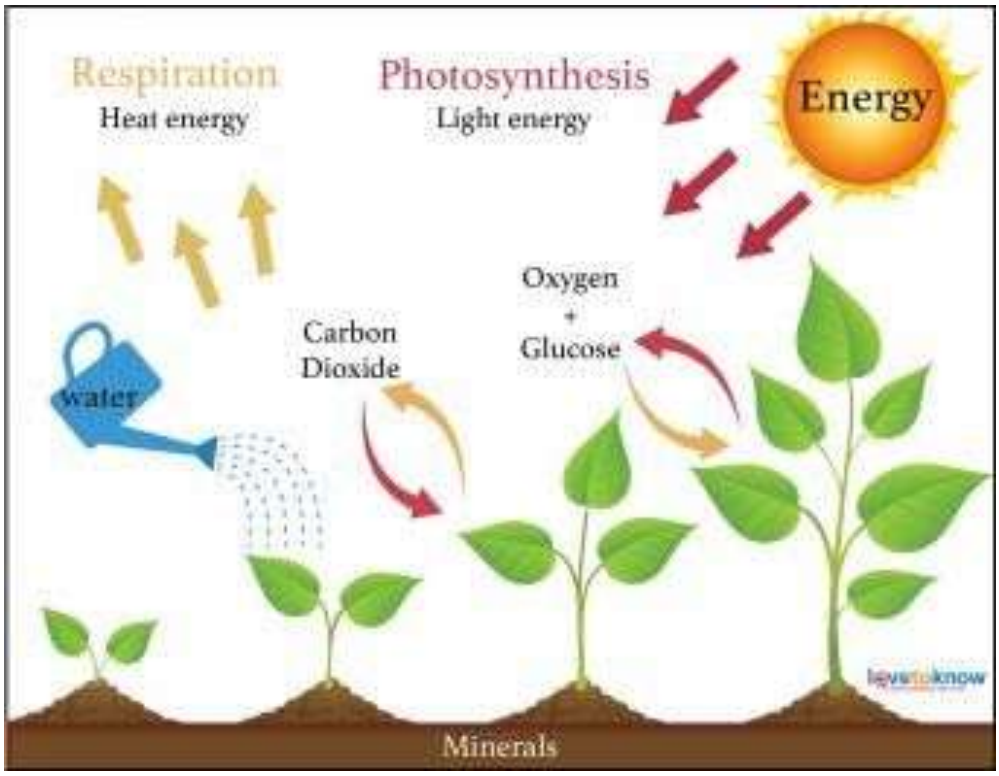
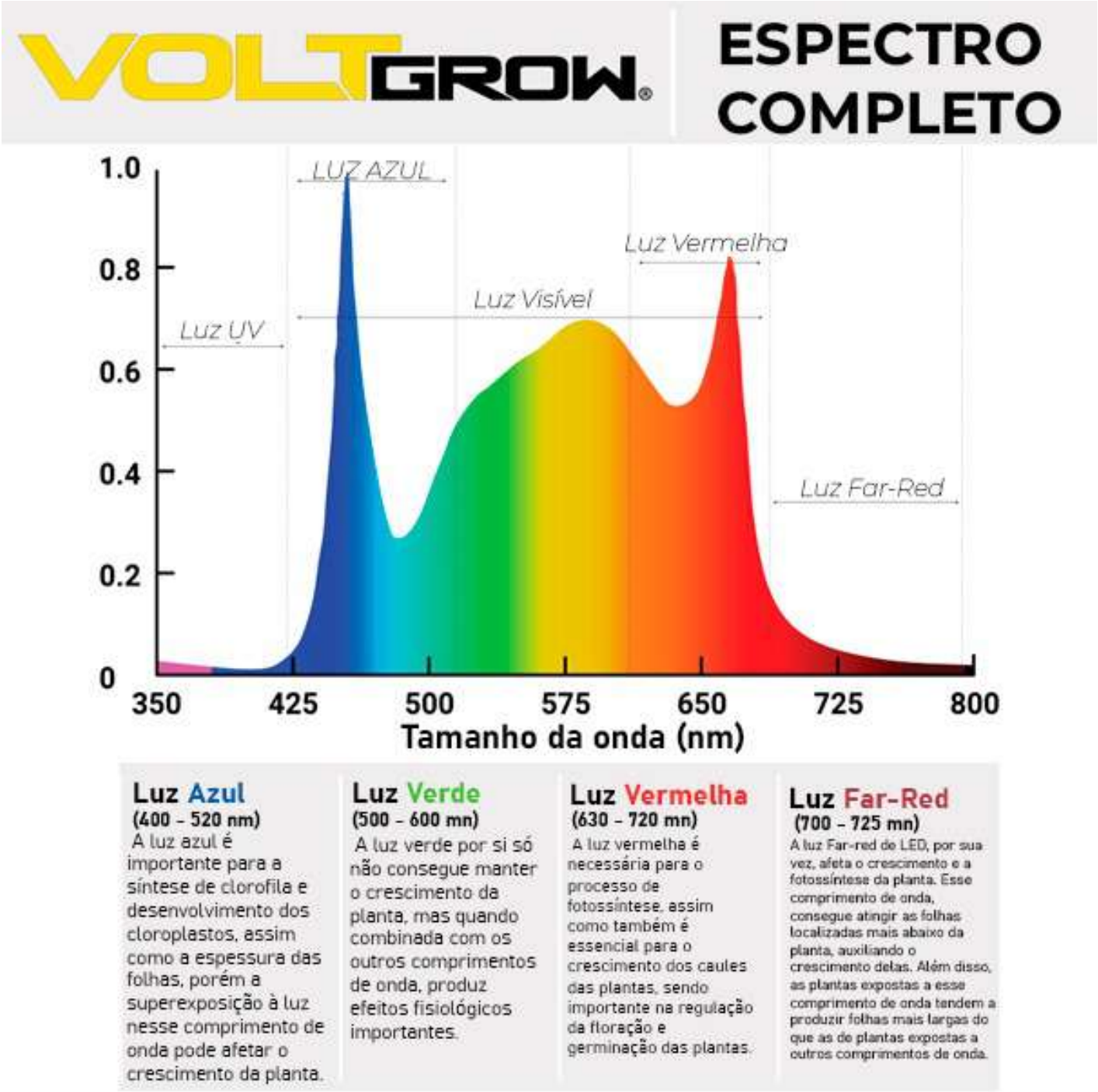


Figura 2: Fatores exógenos no crescimento de vegetais.

Um fator extremamente relacionado com o crescimento da planta é a fotossíntese. A fotossíntese é um processo físico-químico feito por seres clorofilados para obter glicose por meio da luz solar. Esse processo tem início quando uma molécula de luz entra em contato com uma molécula de pigmento verde/ molécula clorofilada, e dependendo da quantidade de luz recebida, a quantidade de glicose produzida e o crescimento podem ser alterados (NUNES, s.d).

Durante o processo de fotossíntese, a radiação utilizada pelas plantas é chamada de Radiação Fotossinteticamente Ativa, que constitui na fração do espectro da radiação solar global entre os comprimentos de 0,4 a 0,7 nm. De acordo com resultados de uma pesquisa da Universidade Federal de Campo Grande sobre o assunto, durante as estações chuvosas, a radiação fotossinteticamente ativa é reduzida pois as chuvas exercem influência na incidência de radiação solar. Já nos períodos secos, há menos nebulosidade e consequentemente a radiação solar é maior (NETO et al., 2008). Outro estudo mostra que o aumento de 1% da radiação fotossinteticamente ativa aumentou em 1% a produtividade de uma espécie de planta (DELFINO et al.,2013).

A produtividade das plantas não é somente influenciada pela quantidade, radiação e duração da luz, mas também é afetada pelo comprimento da onda de luz, ou seja, o espectro de luz incidente (ZANATTA, 2020). Esses espectros de luz possuem uma grande importância para todos os seres vivos e cada espectro traz um resultado diferente às plantas.



Adaptado de Volt Grow.

A Far-red LED light (700 – 725 nm), por sua vez, afeta o crescimento e a fotossíntese da planta. Esse comprimento de onda, consegue atingir as folhas localizadas mais abaixo da planta, auxiliando o crescimento delas. Além disso, as plantas expostas a esse comprimento de onda tendem a produzir folhas mais largas do que as de plantas expostas a outros comprimentos de onda (VOLT GROW, 2020).

Sendo assim, esse trabalho tentará descobrir qual espectro de luz é mais efetivo nas plantas, levando o crescimento como principal fator de análise. Tendo como justificativa, analisar a efetividade do uso de iluminação artificial como forma de acelerar os processos fisiológicos das plantas em prol da humanidade, já que se for provada sua efetividade, a produtividade das plantações será maior, aumentando a disponibilidade de alimentos.

Objetivos

O projeto tem como objetivo analisar o crescimento de plantas em diferentes espectros de luz, buscando identificar em qual dos comprimentos de onda a planta tem uma efetividade maior e consequentemente cresce mais.

Materiais e Método

Foi realizado um experimento com oito vasos de plantas com terra, onde foram plantadas oito plantas da mesma espécie (cebolinha). Dois vasos foram cobertos com papel celofane da cor azul, dois vasos foram cobertos com papel celofane da cor vermelha, dois vasos foram cobertos com papel celofane da cor verde e outros dois vasos não foram cobertos. Todos os vasos ficaram expostos ao sol na mesma intensidade e durante a mesma quantidade de tempo. Os vasos foram expostos a luz solar pela parte da manhã por 28 dias (quatro semanas), dentro desse período controlamos a quantidade de água que essas plantas receberam, para analisar qual das plantas teve um maior crescimento.

Tudo isso esperando que se diferentes espectros de luz fossem aplicados sobre a planta, então as funções biológicas seriam afetadas, e a planta com papel celofane de cor vermelha se desenvolveria e cresceria mais que as outras.

As plantas foram medidas semanalmente com uma régua (cm) para acompanhar o crescimento de cada uma sob um espectro de luz diferente. Sua aparência, cor e saúde também foram observadas.

As imagens abaixo representam o experimento ao longo de quatro semanas e o resultado esperado.

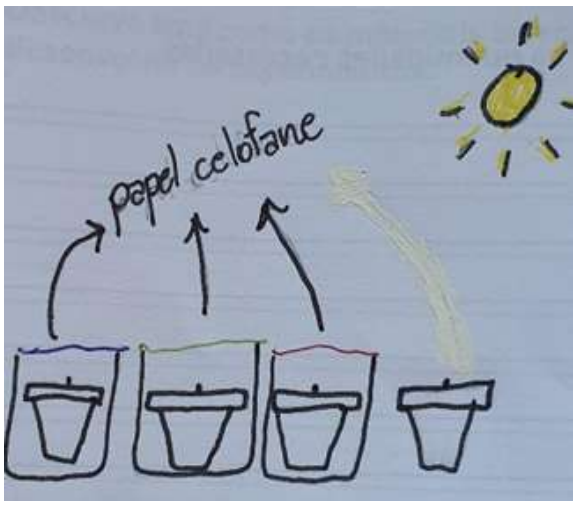


Figura 1: Vasos na primeira semana

Semana 1: plantas sob papéis celofane de cor azul, verde e vermelha, e uma diretamente exposta ao sol

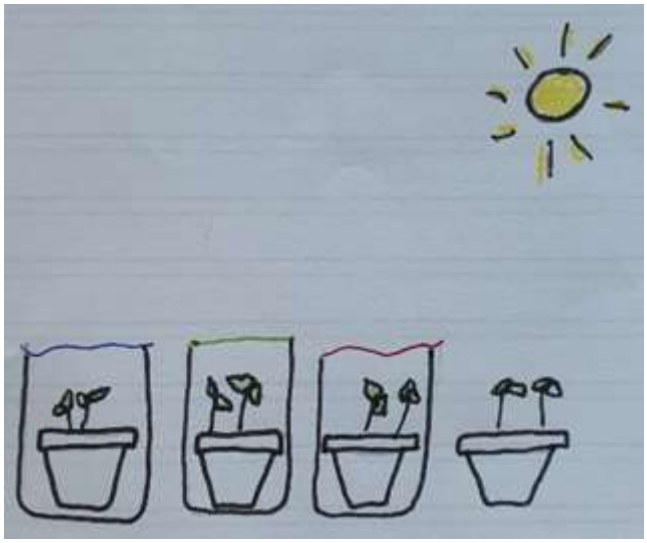


Figura 2: Vasos na segunda semana.

Semana 2: observação e coleta de dados (altura das plantas).

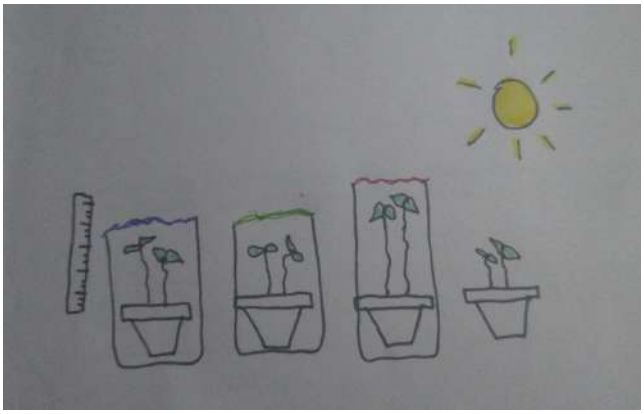


Figura 3: Vasos na última semana

Semana 3: observação e coleta de dados.

Semana 4: observação, coleta de dados e resultados.

Resultado esperado: planta sob papel celofane de cor vermelha maior do que as outras.

Resultados e Discussão

O começo da montagem do projeto foi a preparação dos vasos para as plantas, utilizando uma rede e pedras para sustentar a terra e drenar a água. Após isso, as cebolinhas foram plantadas sem o papel celofane e foram tiradas as medidas iniciais. Por fim, as estruturas de sustentação dos papeis celofanes foram finalizadas.

Durante a montagem do projeto, foi necessário mudar alguns dos materiais usados, como o arame de ferro, que era fino demais para fazer uma estrutura que sustentasse o papel celofane, sendo assim, houve alteração no material usado na sustentação por espetos de madeira, além disso, houve a adição de novos materiais, como as redes e pedras.

Após testes, também foi constatado que a quantidade ideal para se regar cada um dos vasos seria entre 60 e 70 mL de água, sendo a última o limite para que água escorresse pelos buracos do vaso, então optou-se por regar as plantas com 65 mL de água, para que não tivessem nenhum excesso. As plantas também formam medidas, mas por não ter se passado o período de 1 semana após a montagem completa das estruturas, os resultados não podem ser analisados.

Figura 1: Vasos com cebolhinhas já plantadas com rede, pedras e terra.

Figura 2: Montagem das estruturas de sustentação dos papeis celofanes.

A figura 2 apresenta a montagem das estruturas de sustentação dos papéis celofanes, o material usado foi o espeto de madeira, já que após inúmeras tentativas com o arame de ferro, notou-se que por ser muito fino, não conseguiria sustentar o papel de maneira satisfatória.

Figura 3: Montagens I, II, III e IV para o experimento de crescimento de plantas em diferentes espectros de luz.

A figura 3 apresenta as 4 montagens realizadas com os vasos, redes, pedras, palitos e papel celofane juntamente com as cebolinhas.

Após a finalização da plantação e montagem, o grupo entrou de férias e as cebolinhas passaram a ser regadas e medidas pela equipe de STEAM do Colégio Bandeirantes. O grupo deixou uma tabela com as datas semanais onde a pessoa que fosse regar marcaria o dia que regou cada vaso e outra tabela na qual marcaria o tamanho de cada planta. Com essa tabela, pôde-se medir a média de crescimento das plantas sob celofane azul, vermelho, verde e sem celofane. Os resultados obtidos foram recolhidos e organizados nas tabelas abaixo.

Tabela 1: Dados do crescimento das cebolinhas

Tabela de dados do crescimento das cebolinhas									
Semana	Data	1ª (cm)	1B (cm)	2ª (cm)	2B (cm)	3ª (cm)	3B (cm)	4ª (cm)	4B (cm)
0	29/06/2022	21	21	16	25	24	24	24	20
1	06/07/2022	24	22	21	27	27	26	25	22
2	13/07/2022	24	23	23	27	26	26	25	22
3	20/07/2022	23	23	morreu	morreu	morreu	morreu	24	22
4	27/07/2022	23	23					morreu	14

Tabela 2: Variação de crescimento das cebolinhas

Variação de crescimento das cebolinhas							
1ª(cm)	1B(cm)	2ª(cm)	2B(cm)	3ª(cm)	3B(cm)	4ª(cm)	4B(cm)
2	2	7	2	2	2	0	2

Tabela 3: Média da variação de crescimento das cebolinhas

Média de variação de crescimento das cebolinhas (cm)	
Controle	2
Vermelho	4,5
Verde	2
Azul	1

Uma informação relevante é que os cálculos foram feitos considerando os resultados até o dia 20/07.

Além disso, a equipe responsável por cuidar das plantas tirou fotos dos vasos em semanas diferentes de julho para compararmos o processo de cada planta.

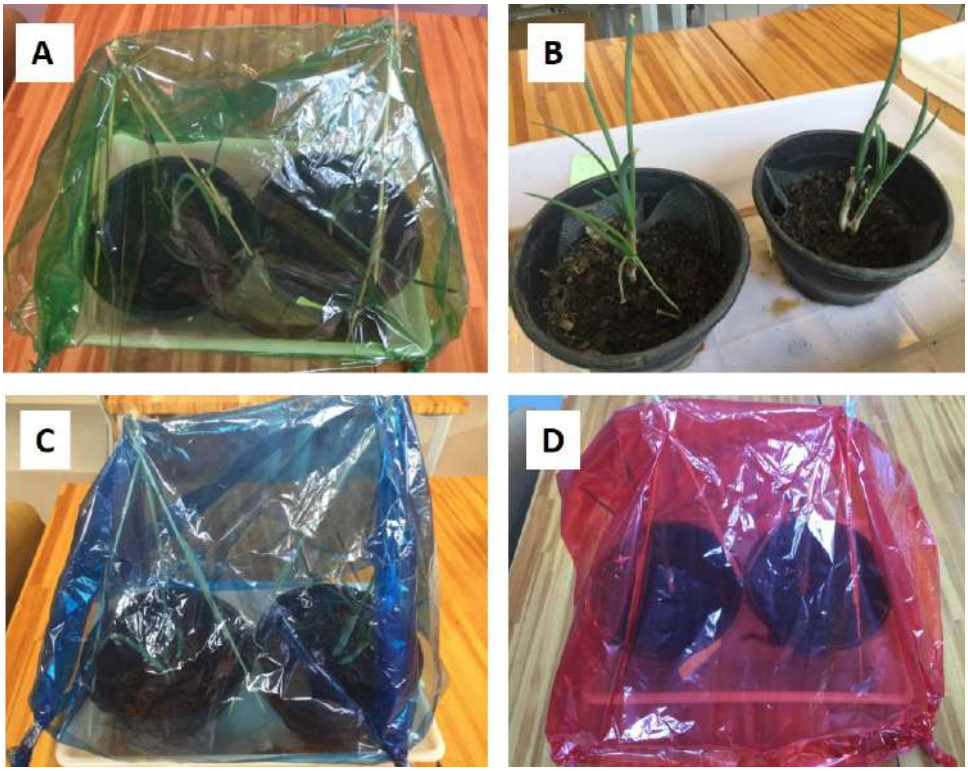


Figura 4: cebolinhas sob celofane verde (A), sem celofane/controle (B), celofane azul (C) e celofane vermelho (D) na semana do dia 06/07/2022.

Não se obteve registros durante as duas semanas seguintes, porém há imagens dos vasos na terceira semana de julho.

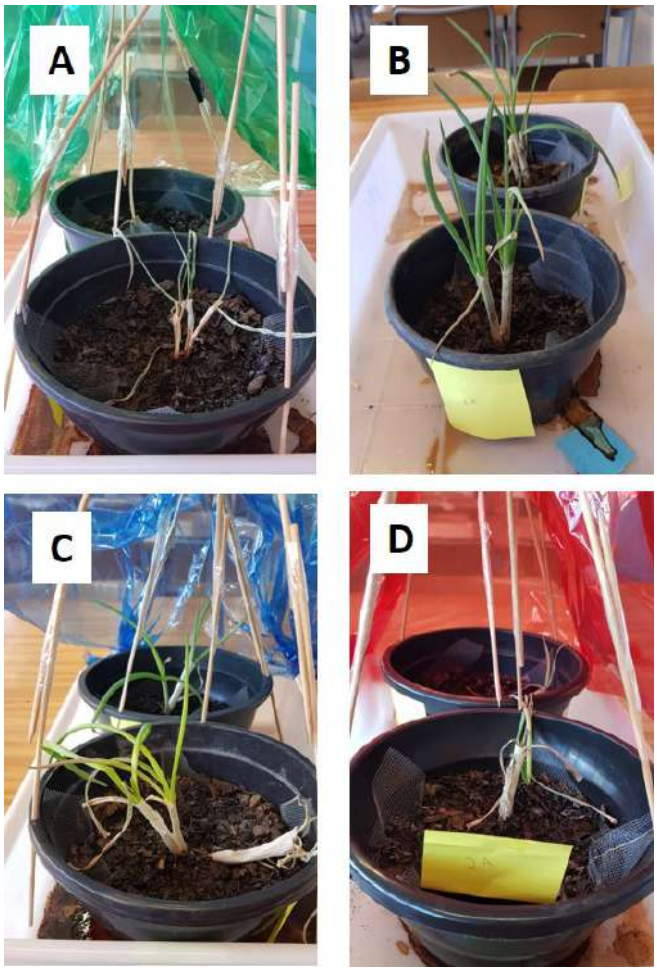


Figura 5: cebolinhas sob celofane verde (A), sem celofane/controle (B), celofane azul (C) e celofane vermelho (D) na semana do dia 20/07/2022.

Após uma semana, na quarta semana de julho, novas fotos foram retiradas.

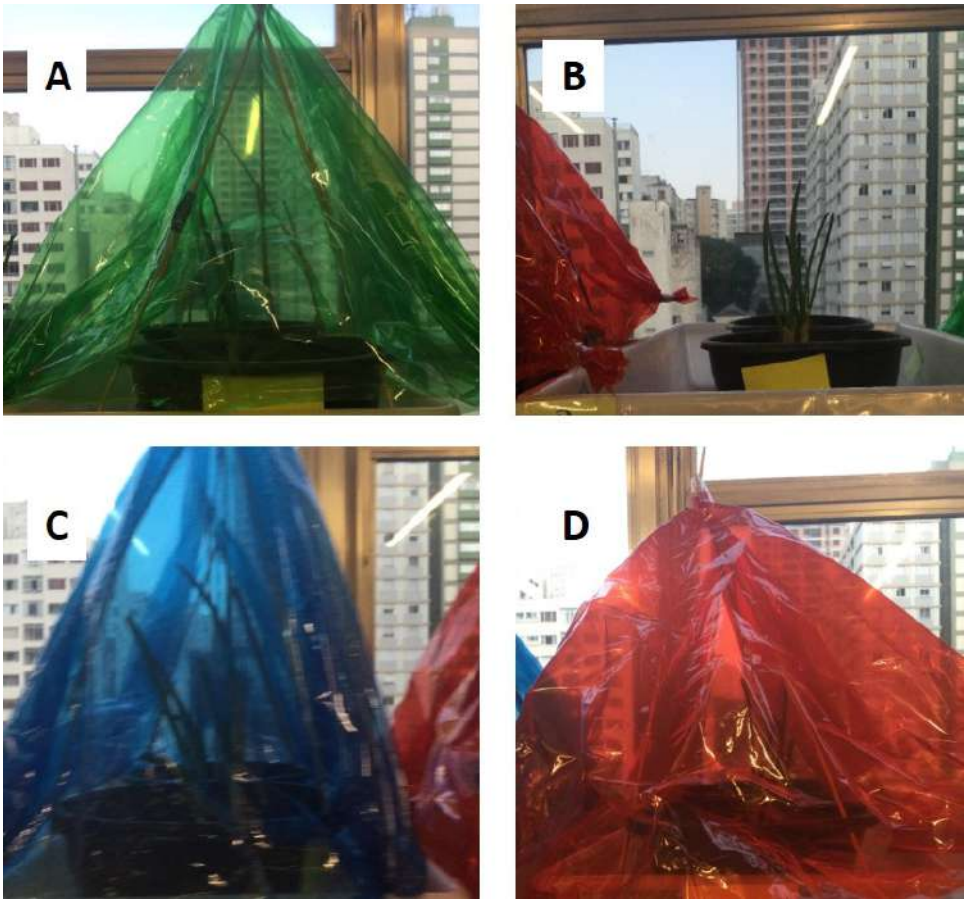


Figura 6: cebolinhas sob celofane verde (A), sem celofane/controle (B), celofane azul (C) e celofane vermelho (D) na semana do dia 27/07/2022.

Na semana do dia 20/07, apenas as plantas sem celofane (1ª e 1B) e as plantas sob celofane azul (4ª e 4B) estavam vivas (essas últimas porém estavam começando a morrer). As plantas sob celofane vermelho (2ª e 2B) e as plantas sob celofane verde (3ª e 3B) morreram nessa semana. Já na semana do dia 27/07, apenas as plantas 1ª, 1B e 4B estavam vivas. Todas as outras cebolinhas acabaram morrendo.

Figura 7: cebolinhas mortas

Após o experimento com as cebolinhas darem errado, optou-se por realizar um outro estudo, porém dessa vez com feijões. O feijão foi escolhido por ser uma planta menor, que não necessita de tantos cuidados e cresce rápido.

Figura 8: brotos de feijão antes de serem plantados

A plantação foi feita da mesma maneira que as cebolinhas, porém os vasos eram menores. Outra diferença é que os vasos ficaram com um lado exposto à luz solar. Ao invés de cobrirem toda a estrutura com o papel celofane (como foi feito nas

cebolinhas), um dos lados foi deixado aberto, para o ar entrar e facilitar o processo de rega.

As imagens abaixo mostram os feijões a cada semana:

Semana 1: 17/08/2022

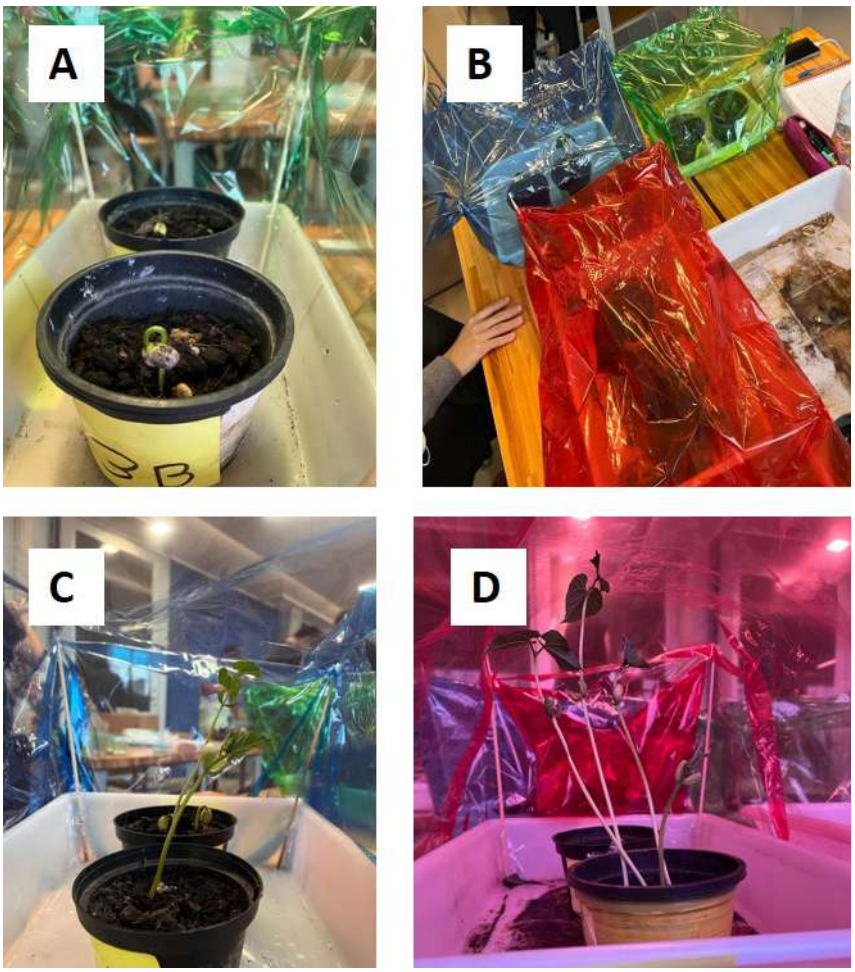


Figura 9: feijões sob celofane verde (A), imagem com a vista superior (B), sob celofane azul (C) e sob celofane vermelho

Semana 2: 24/08/2022

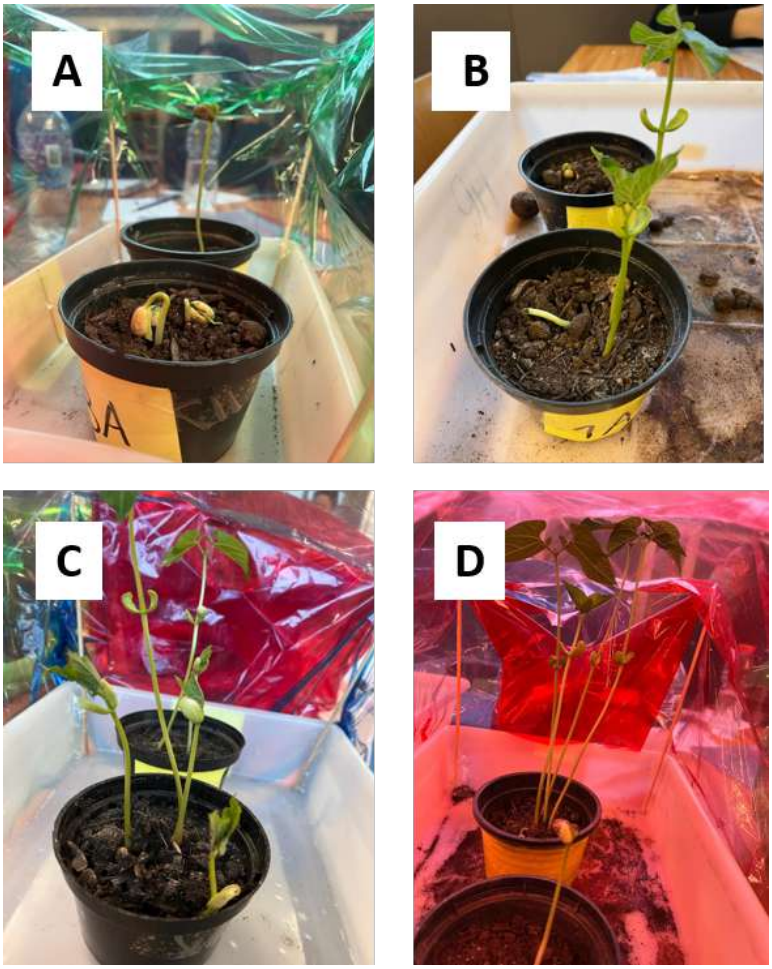


Figura 10: Feijões sob celofane verde (A), controle (B), sob celofane azul (C) e sob celofane vermelho (D).

Semana 3: 31/08/2022

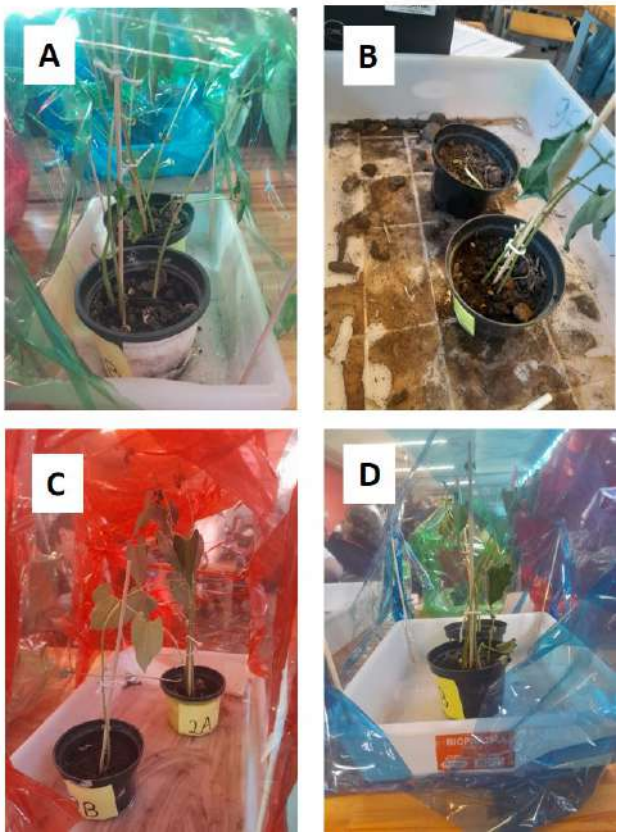


Figura 30: feijão sem celofane no dia 31/08/2022

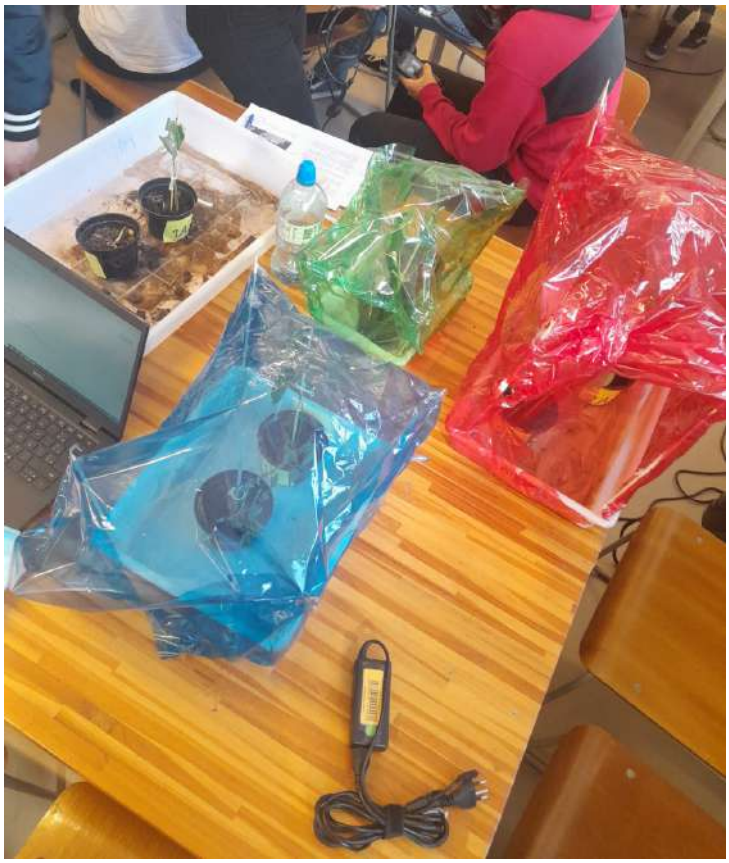


Figura 31: imagem com a vista superior de todas as plantas

Os feijões eram regados duas vezes por semana (toda quarta-feira e sexta-feira) com cerca de 20 mL, algumas vezes esse valor era ultrapassado de acordo com a necessidade da planta. A medição também foi feita duas vezes por semana, nos mesmos dias que eram regados.

Os valores do crescimento de cada feijão foram recolhidos e organizados nas tabelas abaixo:

Tabela 4: Dados do crescimento dos feijões

Dados do crescimento dos feijões									
Semana	Data	1ª (cm)	1B (cm)	2ª (cm)	2B (cm)	3ª (cm)	3B (cm)	4ª (cm)	4B (cm)
1	17/08/2022	12,5	1	22,5	2,5	0,7	2,5	12	15,5
1	19/08/2022	14,5	1	25,5	9	2	12	18	19,5
2	24/08/2022	17	2	29,5	19	17,5	22,5	21	20,5
2	26/08/2022	17	2,5	30	21	22	25	25	22
3	31/08/2022	16	2,5	40	28	22	28	25	23,5

Tabela 5: Variação de crescimento dos feijões

Variação de crescimento dos feijões							
1ª(cm)	1B(cm)	2ª(cm)	2B(cm)	3ª(cm)	3B(cm)	4ª(cm)	4B(cm)
3,5	1,5	17,5	25,5	21,3	25,5	13	8

Tabela 6: Média de variação de crescimento dos feijões:

Média da variação de crescimento dos feijões (cm)	
Controle	2,5
Vermelho	21,5
Verde	23,4
Azul	10,5

O cálculo utilizado em cada tabela (tanto das cebolinhas quanto dos feijões) foi: tamanho final menos inicial de cada vaso do mesmo tipo, após obtido os dois valores, soma e divide por 2

Discussão

Após a análise dos resultados obtidos, calculou-se a média de crescimento das cebolinhas para que fosse possível perceber em qual dos espectros de luz a planta obteve maior sucesso. Analisando os números das tabelas 1,2 e 3 apresentadas no artigo, pode-se notar que a hipótese inicial do grupo estava correta já que as plantas sob celofane vermelho tiveram uma média de variação de crescimento maior que as plantas sob os outros espectros de luz. Esse resultado era o esperado pois em outros estudos sobre o assunto, como a do site Volt Grow, citado na introdução do artigo, obteve-se os mesmos resultados. Além disso, os resultados também foram semelhantes a outros estudos feitos anos atrás com Phaseolus vulgares (MELO Jr. Et al., 2013), Mentha spicata (DA CUNHA et al., 2019) e Myracrodruon urundeuva (NUNES; NEVES, 2013), onde em todos eles, as plantas que estiveram sob influência do espectro de luz vermelha cresceram mais. Porém, a hipótese de que as plantas sob celofane verde teriam o menor crescimento não foi comprovada nas cebolinhas já que a média obtida foi igual a das plantas controle (sem celofane). A planta com menor média de variação de crescimento foi sob celofane azul, o que novamente contraria outros estudos feitos na área, possivelmente por conta do espectro de luz azul não ser o ideal, podendo estar entre o espectro de luz azul e verde (VOLT GROW, 2020). No estudo feito por Ronaldo P. de Melo Jr., da UFRPE, por exemplo, as plantas cresceram mais tanto sob o celofane vermelho quanto azul. Já no estudo da

Universidade Federal de Lavras, as plantas cresceram mais no espectro de luz em que combinou as cores azul e vermelha.

Uma hipótese levantada pelo grupo do porque as plantas obtiveram menor crescimento sob celofane azul é por conta da espécie e da superexposição à luz azul por muito tempo, que segundo pesquisas diminui o crescimento do vegetal (VOLT GROW, 2020).

Com o feijão os resultados obtidos são diferentes. Ao analisar os valores das tabelas 4,5 e 6 é possível observar que os feijões que obtiveram a maior média de variação de crescimento foram os sob celofane verde, indo totalmente contra à hipótese inicial. As plantas sob celofane vermelho tiveram uma média relativamente alta, porém não as maiores como era esperado. Os valores das plantas controle não podem ser levadas em consideração pois em um dos vasos, o broto de feijão não desenvolveu.

Um possível fator que pode ter feito com que os feijões sob celofane vermelho não apresentassem o resultado esperado, como foi feito nas cebolinhas, foi o lado dos vasos que não foi coberto por papel celofane, fazendo com que os raios solares infiltrassem nas plantas e alterasses os resultados do experimento.

Porém esse espaço aberto foi deixado já que, segundo uma hipótese levantada pelo grupo, no experimento das cebolinhas a maior parte acabou morrendo devido ao ar que não entrava nos vasos. Entretanto essa hipótese não foi testada e a acarretou em um dos pontos negativos do projeto, que foi ter deixado uma das laterais abertas, influenciando nos resultados finais.

Tudo isso também ocorreu por conta das férias, tempo onde o grupo ficou longe do experimento e não se pode observar atentamente o processo e os cuidados com as plantas, o que caracterizou esse período como um fator limitante e um ponto negativo.

Pensando em pontos para melhorar o projeto, foi pensado em usar LED ao invés de papel celofane e assim facilitar e agilizar a montagem.

Conclusão

Pode-se concluir que o papel celofane de cor vermelha é o mais eficiente, pois a cebolinha que estava sob ele foi a que apresentou maior variação de crescimento (4,5 cm), em comparação às demais (2 cm). Entretanto, no experimento do feijão, a planta que obteve maior variação de crescimento foi a que estava sob o papel celofane verde, isso pode ser atrelado ao descuido de que ela acabou recebendo luz direta do

sol por alguns dias. Mesmo assim, o feijão sob o papel celofane vermelho quase atingiu a variação de crescimento da verde, sendo muito superior aos outros: azul com 10,5cm e feijão com luz direta do sol, 2,5 cm. Sem a interferência do Sol nas plantas 3ª e 3B, os feijões 2ª e 2B teriam crescido mais.

Referências

- MAIS DE 60 MILHÕES DE BRASILEIROS SOFREM COM INSEGURANÇA ALIMENTAR, DIZ FAO. G1, 2022. Disponível em: https://g1.globo.com/economia/noticia/2022/07/06/mais-de-60-milhoes-de-brasileiros-sofrem-com-inseguranca-alimentar-diz-fao.ghtml >. Acesso em: 14/09/2022.
- RELATÓRIO DA ONU: NÚMEROS GLOBAIS DE FOME SUBIRAM PARA CERCA DE 828 MILHÕES EM 2021. Unicef, 2022. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/relatorio-da-onu-numeros-globais-de-fome-subiram-para-cerca-de-828-milhoes-em-2021 >. Acesso em: 14/09/2022.
- INSEGURANÇA ALIMENTAR: O QUE É, CAUSAS, NO BRASIL. Brasil Escola, 2022. Disponível em: < https://brasilescola.uol.com.br/geografia/inseguranca-alimentar.htm >. Acesso em: 14/09/2022.
- LEGNAIOLI, Stella. O QUE É INSEGURANÇA ALIMENTAR? IMPACTOS E DIMENSÕES. Ecycle, sd. Disponível em: < https://www.ecycle.com.br/inseguranca-alimentar/ >. Acesso em: 28/09/2022
- ROSA, Rovena. O QUE É INSEGURANÇA ALIMENTAR. Fiocruz, 2011. Disponível em: <https://www.fiojovem.fiocruz.br/content/o-que-%C3%A9-inseguran%C3%A7a-alimentar#:~:text=Inseguran%C3%A7a%20alimentar%20leve%20%2D%20quando%20h%C3%A1,falta%20de%20alimento%20na%20mesa >. Acesso em: 28/09/2022.
- BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. PROBLEMAS DA AGRICULTURA BRASILEIRA E SUAS CAUSAS. Disponível em: < https://www.bresserpereira.org.br/papers/1964/64-ProblemasAgriculturaBrasileira.pdf >. Acesso em: 21/09/2022.

- DE FREITAS, Eduardo. ESCASSEZ MUNDIAL DE ALIMENTOS. Disponível em: < https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/escassez-mundial-alimentos.htm >. Acesso em: 21/09/2022.
- CNA DEBATE IMPACTOS DO AUMENTO DOS PREÇOS DOS FERTILIZANTES PARA OS PREÇOS DOS FERTILIZANTES PARA O PRODUTOR. CNA, 2021. Disponível em: < https://cnabrasil.org.br/noticias/cna-debate-impactos-do-aumento-dos-precos-dos-fertilizantes-para-o-produtor >. Acesso em: 21/09/2022.
- A IMPORTÃNCIA DA LUZ NO CULTIVO PROTEGIDO. Zanatta, 2020. Disponível em: < https://www.zanatta.com.br/cultivo-protegido/ >. Acesso em: 21/09/2022.
- A IMPORTÂNCIA DO USO DE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA. Nordeste Fertilizantes, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://nordestefertilizantes.com.br/component/k2/item/1-a-importancia-do-uso-de-fertilizantes-na-agricultura.html&ved=2ahUKEwiL8-WWkuH2AhXiRt8KHQTpC_0QFnoECAIQBQ&usg=AOvVaw3QaY7ynok9P6NFcx2f7_Vc >. Acesso em: 18/03/2022
- GOMES, Thaís. FATORES ABIÓTICOS NO CRESCIMENTO E FLORESCIMENTO DAS PLANTAS. Universidade Federal de Alagoas, 2021. Disponível em: < https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/13817/12583/182805 >. Acesso em: 21/ 03/2022.
- LIGHT-QUALITY MANIPULATION TO CONTROL PLANT GROWTH AND PHOTOMORPHOGENESIS IN GREENHOUSE HORTICULTURE: THE STATE OF THE ART AND THE OPPORTUNITIES OF MODERN LED SYSTEMS. Springer link, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-021-10337-y >. Acesso em: 18/03/2022
- DELFINO, Antônio et al. RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA INCIDENTE E REFLETIDA ACIMA E ABAIXO DO DOSSEL DE FLORESTA DE MATA ATLÂNTICA EM CORURIPE, ALAGOAS. Revista brasileira de meteorologia, São Paulo, volume 29, junho de 2013, 9 páginas. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/273667441_Radiacao_Fotossinteticam

ente_Ativa_incidente_e_refletida_acima_e_abaixo_do_dossel_de_floresta_de_Mata_Atlantica_em_Coruripe_Alagoas >. Acesso em 22/03/2022.

- FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO. Biomania, 2017. Disponível em: < http://www.biomania.com.br/bio/conteudo.asp?cod=1244 >. Acesso em: 18/03/2022.
- FOTOSSÍNTESE. Fiocruz, 2018. Disponível em: < http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/fotossintese.htm >. Acesso em: 15/08/2022.
- 2020 HUNGER MAP. World food programme, 2022. Disponível em: <https://www.wfp.org/publications/hunger-map-2020>. Acesso em: 25/03/2022.
- MOVIMENTOS VEGETAIS. Universidade Federal do Paraná, 2015. Disponível em: < file:///C:/Users/aluno/Downloads/7%20MOVIMENTOS%20VEGETAIS_220824_155030%20(1).pdf >. Acesso em: 15/08/2022.
- NETO, Antônio et al. RAZÃO ENTRE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA E RADIAÇÃO GLOBAL NO CULTIVO DO TOMATEIRO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO. SciELO Brasil, 2008. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/3wSYM5XBQGbHXNj3znkjwTF/?lang=pt >. Acesso em: 18/03/2022.
- VOLT GROW. What is the best light spectrum for plant growth? Disponível em: <https://www.voltlighting.com/grow/best-light-spectrum-plant-growth >. Acesso em: 22/03/2022.
- MELO Jr., R. P. et al. FOTOSSÍNTESE: ESTUDO INTERDISCIPLINAR PARA INVESTIGAR A INFLUÊNCIA DA COR NO CRESCIMENTO DE CADA PLANTA. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX – UFRPE, 2013. Disponível em: < http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0589-1.pdf >. Acesso em: 16/05/2022.
- NUNES, A. M.; NEVES, U. M. ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO ESPECTRO DE LUZ NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE ESPÉCIE FLORESTAL DO CERRADO. 9° Seminário de Iniciação Científica – Campos de Palmas. 2013. Disponível em: < https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://docplayer.com.br

/129078947-Estudo-da-influencia-do-espectro-de-luz-no-crescimento-inicial-de-mudas-de-especie-florestal-do-cerrado.html&ved=2ahUKEwit08-3pPL6AhVtppUCHU8PCWsQFnoECAcQAQ&usg=AovVaw02YoxG0YiSSOIBDsYZMkLR >. Acesso em: 16/05/2022.

- DA CUNHA, S.H.B. et al. INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE LUZ NO CRESCIMENTO E ACÚMULO DE VOLÁTEIS NA MENTHA SPICATA CULTIVADA IN VITRO. Universidade Federal de Lavras, 2019. Disponível em: < https://scholar.google.com/scholar?start=40&q=crescimento+de+plantas+espectro+de+luz&hl=em&as_sdt=0,5#d=gs_qabs&t=1666391698747&u=%23p%3DWm-tsUeSx2AJ >. Acesso em: 16/05/2022.

Figuras:

- HUNGER MAP 2020. World food programme, 2022. Disponível em: <https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000118395/download/ >. Acesso em: 18/03/2022
- 4 FATORES DE CRESCIMENTO VEGETAL QUE AFETAM TODAS AS PLANTAS. Veganapati, 2019. Disponível em: < https://images.app.goo.gl/o1zc4b1r3JGNHKYc8 >. Acesso em: 22/03/2022.
- ILUSTRAÇÃO VETORIAL DO FOTOTROPISMO. PLANTAS ROTULADAS CURVANDO-SE PARA O ESQUEMA SOLAR. iStock, 2020. Disponível em: < https://images.app.goo.gl/F6gjaR5C2V5PN9Ex9 >. Acesso em: 22/03/2022.
- 4- FULL SPECTRUM. Volt grow, 2020. Disponível em: < https://www.voltlighting.com/wp-content/uploads/2021/08/SPECTRUM-GRAPHIC_1000x1000_UPDATED.jpg >. Acesso em: 22/03/2022.

Possibilidade de plantio em solo Marciano

Athina Dionísio Martins, Fernanda Ortega Gatto, Júlia Balboni Damado, Maria Julia Biondo Obara Soares da Silva, Victoria Carmonia Villa-Lobo
Professor(a) orientador(a): Maria Fernanda
Colégio Bandeirantes

Resumo

O propósito deste estudo é analisar se solos com características semelhantes ao de um ambiente inóspito são viáveis para o plantio. As características do solo que foram consideradas no estudo foram: pH, acidez e tamanho dos grãos do solo. Tendo em vista esse objetivo, o grupo realizou experimentos utilizando sementes de chia, uma leguminosa, que não apenas está envolvida no ciclo do nitrogênio como também cresce facilmente em diferentes ambientes com diversas condições. Para a parte experimental, foi plantado sementes de chia em três níveis diferentes (solos arenosos com diferentes condições), partindo do pressuposto que a chia pudesse desenvolver em ambientes inóspitos. Os resultados sugerem que as plantas, devido a sua constante necessidade de água e minerais, não se desenvolvem em solos ácidos, onde há possível redução desses recursos. Como desdobramento, a pesquisa pode ser usada como base para estudos científicos com o objetivo de adaptar o plantio a diferentes tipos de solo, caso em algum momento seja necessário plantar em solos hiperácidos.

Palavras-chave: Solos; ambientes inóspitos; chia; planta; ácido; leguminosa.

Abstract

This study's purpose is to evaluate whether or not sandy soil with similar characteristics of a inhospitable enviroment is viable for plantation. The characterstics considerated in the study was: p.H, acidity and size of the soil grains. With that in mind, the group decided to experiment with chiaseeds, a leguminous, as it is a type of plant that not only takes part in the nitrogen cycle but also grows easily in different environments with divergent conditions. For the experiment, chia seeds were planted in three

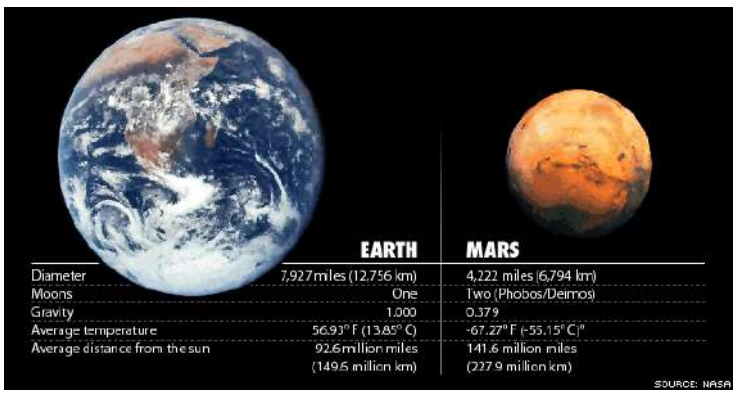
different levels as to evaluate its growth in different conditions, regarding the hypothesis of the group that leguminous can develop in inhosplitable enviroments. Results suggests that plants, due to their constantly need of watering and rich nutrients, cannot develop in acid soils as they have almost none of the qualities needed for a plant to develop. Notwithstanding, the research can be used as a basis for cientific studies around the world in the future with the aim of adapting plantation in different kinds of soils if it is ever considered necessary to plant in hyper acid soil.

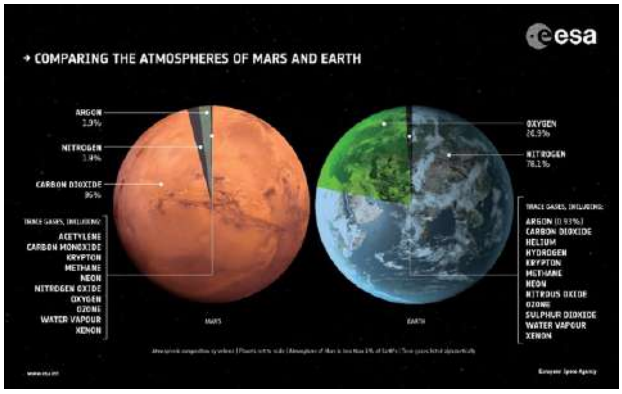
Keywords: Soils; inhospitable enviroments; chia; plant; ácid; leguminous.

Introdução

Nos dias de hoje, devido aos problemas ambientais severos do planeta Terra, como aquecimento global, extrema poluição do ar, derretimento de calotas polares, esgotamento de recursos naturais, acidificação dos solos, rarefação da camada de ozônio, entre outros. A discussão sobre uma possível ocupação de Marte pode ser plausível, devido a quantidade de pesquisas e estudos que vêm sendo publicados, vê-se na exploração do planeta vermelho, uma oportunidade de um recomeço em outro lugar, livre dos problemas contidos na terra.

Porém, mesmo que, Marte seja a melhor opção dentre os planetas, devido sua maior semelhança com a Terra, como o período de rotação, translação e o fato de ser rochoso, além de levar em conta a proximidade com o nosso planeta, ainda apresenta muitos desafios, tais como, gravidade, atmosfera, temperatura, composição química do solo, presença de água majoritariamente em estado sólido etc. Como pode ser observado nas figuras 1 e 2 abaixo que descrevem as diferenças físicas e químicas entre os planetas, como diâmetro, quantidade de luas, gravidade, temperatura, distância do sol e composição atmosférica.





Figuras 1 e 2: Figuras de comparação entre atmosferas de Terra e Marte.

(Fonte: https://www.esa.int/)

Pensando nestes problemas, a pesquisa tem como foco principal, o estudo da composição do solo, a fim de encontrar uma possibilidade para o cultivo e agricultura em um solo tão ácido e infértil, como o do planeta de pesquisa.

Um sistema efetivo de alimentação em larga escala, é de extrema importância para obtenção de energia, nutrientes e vitaminas para todos os seres vivos. Os vegetais em especial conseguem fornecer gás oxigênio, pois realizam fotossíntese que utilizaria o CO_2 (dióxido de carbono) abundante na atmosfera marciana e liberaria O_2 (gás oxigênio), um gás que é necessário para nossa respiração. (UZUNIAN, 2017).

O solo marciano apresenta a maioria dos nutrientes essenciais para plantar, como magnésio, sódio, potássio e cloro, mas a falta de nitrogênio impede o desenvolvimento das proteínas e ácidos nucleicos das plantas. Assim, é de suma importância achar uma forma de plantar leguminosas que por relação mutualística com bactérias do gênero Rhizobium sp. ajudam na fixação do nitrogênio, que consiste na conversão de N_2 (nitrogênio) atmosférico, em NH_4 (amônia), por indústrias, raios e bactérias fixadoras, que em seguida são convertidas em NO_2 (nitrito) e NO_3 (nitrato), por meio da nitrificação que são utilizadas, nesta última forma, pela maioria das plantas, como demonstrado na figura 3. (WAMELINK,2014).

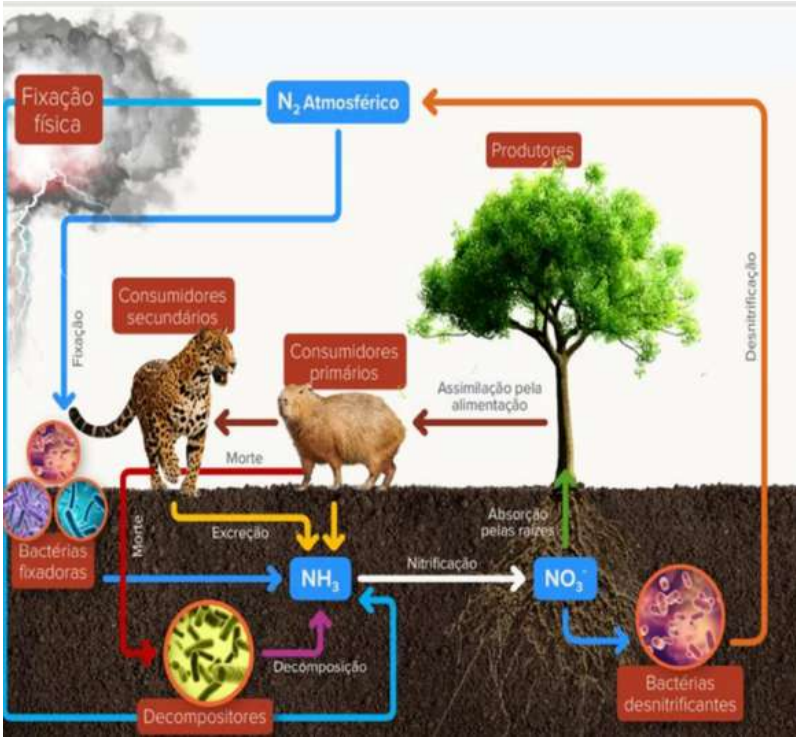


Figura 3: Representação do ciclo de nitrogênio.

(Fonte: https://moodle.colband.com.br/course/view.php?id=1391)

Devido à impossibilidade de testar as hipóteses com solo marciano, pois não é possível coletar amostras diretamente do planeta vermelho, é necessário utilizar solos terrestres que se aproximam com o de Marte. Devido a sua extensão territorial, a Terra apresenta diversos tipos diferentes de solo, entre estes os principais são arenoso, argiloso, humoso e calcário, como apresenta a figura 4 a seguir.

Figura 4: Representação dos diferentes tipos de solo citados no texto
(Fonte: https://m.youtube.com/watch?v=Rdn3dMa0D-w)

O solo mais fértil do planeta é o chernossolo (figura 5), que é encontrado principalmente na Ucrânia e Argentina. A qualidade do solo é medida a partir da capacidade do mesmo de se adequar aos diferentes ecossistemas, além das propriedades físicas e químicas que são importantes indicadores de solo. (UFFS, 2015)

O chernossolo é caracterizado pela sua coloração negra (chern em russo é negro) e por ter seus horizontes ou camadas espessas e duros além de apresentar baixa permeabilidade e baixos níveis de acidez. Outro fator importante é que o solo é rico em matéria orgânica, cálcio e magnésio, o que o determina ideal para o plantio de leguminosas, porém, Marte apresenta características completamente distintas das do chernossolo já que a composição arenosa do solo do planeta vermelho não possui matéria orgânica e apresenta alta permeabilidade, diferentemente do chernossolo. (URCAMP, 2011).

Figura 5: Imagem das diferentes camadas de um solo.
(Fonte: https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos/ordens/chernossolos/subordens)

Como dito anteriormente, ao analisar as características específicas de cada um, o solo que mais se assemelha marciano é o do tipo arenoso. Por este apresentar consistência granulosa, alta permeabilidade, pouca umidade, ser pobre em nutrientes, ter deficiência em cálcio, pH ácido, baixo teor de matéria orgânica e ser altamente suscetível à erosão, é considerado um solo infértil.

Segundo as pesquisas feitas por diversos cientistas como Rafael Navarro da Universidade Nacional Autônoma do México (2018), foi constatado que o solo do deserto do Atacama é extremamente semelhante ao de Marte. O deserto, que está localizado no norte do Chile, é conhecido por ser uma região extremamente árida por diversos fatores determinantes como corrente oceânica fria (Corrente de Humboldt) e localização próxima à Cordilheira dos Andes (LAITY, 2008). Além de ser a região mais árida da Terra, o deserto do Atacama também é a mais antiga região árida conhecida, de modo que o seu solo é único, no sentido de que silicatos e sais pouco comuns se acumularam por muito tempo sofrendo intemperismo físico e químico como é o caso dos percloratos, iodatos boratos e nitrato, além de sais relativamente comuns como halita e anidrita (CLARKE, 2006). O deserto do Atacama, além disso, apresenta uma alta presença de minerais de extrema salinidade (ERNESTO G. R & FRANCELINO, 2015).

O solo marciano e este do deserto do Atacama (figura 6) é similar devido a sua composição química já citados. E segundo pesquisas da missão Viking da NASA os materiais de ambos os solos mostraram praticamente nenhum desenvolvimento de vida. Mostraram também a produção de bactérias em camadas do subsolo do deserto. Além disso, o solo no planeta vermelho não apresenta os nutrientes e os micro-

organismos que o solo terrestre tem e que ajuda vegetais e frutas a crescerem. Como consequência, Marte não conta com vida em sua superfície, isso sem falar na imensa radiação que atinge o planeta, do ar rarefeito, da ausência de chuva, entre outros fatores.

Figura 6: Imagem do Deserto do Atacama.
(Fonte: https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-seque-o-teste-padr%C3%A3o-salgado-do-solo-no-deserto-de-san-pedro-de-atacama-image76608802)

Logo, considerando os diversos problemas encontrados em ambos os planetas, visando uma possível ida a Marte, o projeto tem como objetivo encontrar uma forma de suprir as necessidades alimentares de uma futura população migrante para o quarto planeta do sistema solar. Assim, a pergunta de pesquisa do grupo é: É possível fertilizar um solo hiperácido?

Objetivos

Objetivo geral:

Analisar as possibilidades do plantio em um modelo de solo com características próximas a do marciano.

Objetivo específicos:

- Comparar a composição do solo marciano com o terrestre através de pesquisas.
- Descobrir a relação entre a agricultura e o aumento da taxa de oxigênio atmosférico.
- Analisar os tipos vegetais que são mais adaptáveis ao plantio em solos mais arenosos e ácidos.
- Verificar qual seria um possível tempo necessário para atingir um nível de produção de alimentos para suprir a população.

Materiais e Método

Materiais:

Os materias utilizados para a realização do experimento:

7 garrafas pet 2L cortadas ao meio (“base”);

- Um saco de sementes de leguminosa (para o experimento foi utilizado a chia) – 10g de sementes por pote;
- Terra para plantio – 300g por pote;
- Areia – 535g por pote;
- Adubo natural – matérias orgânicos (cascas de laranja, e alface)—50g por pote;
- Fertilizantes químicos – recipiente com 50ml de NPK diluído;
- Água – 60 ml por vaso por dia.

Métodos:

O experimento baseou-se na plantação de leguminosas em bases de garrafas pet utilizando diferentes materiais. Este foi divido em quatro diferentes etapas de experimentação.

Na primeira etapa, foi estabelecido o nível controle, um nível que serviu de comparação com os outros níveis. Este consistiu-se no cultivo das sementes em solo arenoso sem nenhuma alteração.

Depois, foi montado o nível 1 (cultivo de semente em solo arenoso com fertilização por adubo natural).

O nível 2 (cultivo das sementes em solo arenoso com fertilizantes químicos como o fósforo químico) e no nível 3 (cultivo das sementes em solo arenoso e fértil misturados) também foram montados.

Manteve-se os 4 níveis expostos a condições iguais de temperatura, umidade e luminosidade.

Resultados e Discussão

No controle não houve desenvolvimento, e mostrou ser extremamente permeável e não houve retenção da água.

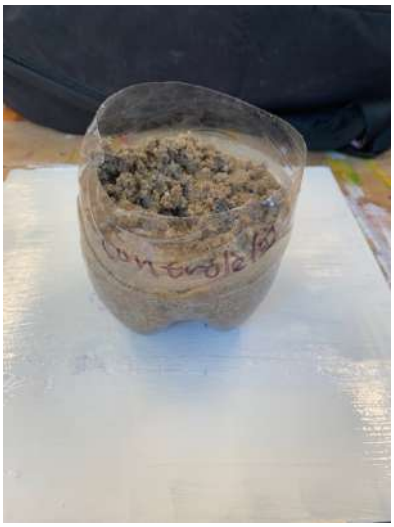


Figura 11: Foto do primeiro resultado do controle do experimento.

Para o nível de fertilização com adubo (casca de laranja e tangerina e folhas de alface) foi possível observar o desenvolvimento do fungo *Penicillium italicum* (mofo), que infecta o reino plantae e matéria, devido ao apodrecimento da matéria orgânica.

Figura 12: Foto do primeiro resultado do nível 1 do experimento

O nível de fertilização com NPK aparentou deixar o solo ainda mais permeável do que o controle, algo que pode demonstrar os resultados do uso de fertilizantes químicos em solos áridos.

Figura 13: Foto do primeiro resultado do nível 2 do experimento.

Apesar de que assim como nos outros níveis não houve desenvolvimento, o nível 3 apresentou melhor retenção da água e melhor aspecto provavelmente devido a mistura do solo ácido com a terra, que é menos permeável que areia.

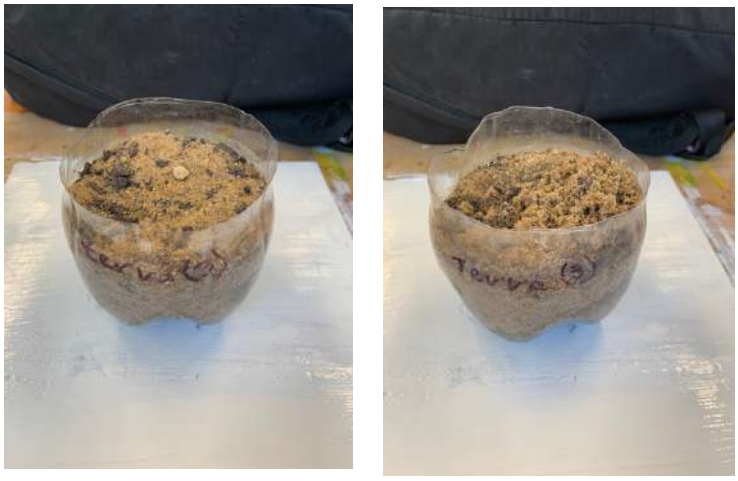


Figura 14: Foto do primeiro resultado do nível 3 do experimento

Como a leguminosa em questão (chia) não se desenvolveu da forma esperada, resolveu-se germinar e plantar a chia em solo fértil para eliminar a hipótese de que o problema era a qualidade das sementes.

Figura 15: germinação das chias em superfície plana.

Após cerca de sete dias, as sementes de desenvolveram em outro recipiente de maneira sucedida.

Figuras 16, 17 e 18: imagens da chia desenvolvida mostrada de cima, lado e fundo respectivamente.

Entretanto, houve uma tentativa falha em outro recipiente de plantar as chias, porém desenvolveram-se fungos devido a grande quantidade de água.

Figura 19: Fungos na superfície do recipiente onde houve a tentativa falha de plantar as sementes
Figura 20: fungos que cresceram na superfície da água nas plantas observadas no microscópicos.

De modo geral os resultados obtidos foram bem diferentes do esperado, não havendo nenhum desenvolvimento das sementes em nenhum dos níveis ou no controle.

Durante o período foi observado dificuldade em regar os experimentos com constância, algo que pode ter afetado o crescimento da leguminosa (chia).
Outro possível motivo para a falta de desenvolvimento foi o fato de que as sementes podem ser inférteis, o que impede a germinação.

Algumas possíveis soluções para obter resultados mais próximo do esperado são utilizar outros tipos de leguminosas, como o feijão, ou até mesmo utilizar mudas e observar apenas o crescimento e criar um sistema auto-irrigável para manter a constância da exposição a água.

A primeira hipótese é que as sementes da chia não estavam aptas para desenvolvimento, entretanto foi realizada uma tentativa de plantar as chias em ambientes adequados para seu desenvolvimento, tentativas essa que foi bem-sucedida, eliminando então a hipótese do mau estado das sementes

Apesar das diferentes formas utilizadas de fertilização, nenhuma das etapas teve resultados de acordo com o esperado, uma vez que as sementes de chia não brotaram em nenhum dos níveis ou no controle, tendo desenvolvido apenas aquelas que haviam sido germinadas somente em água.

O nível que utilizou de adubo como forma de fertilização, apresentou fungos decorrentes das cascas de laranja e pedaços de alface colocados no início do processo, e a irrigação do solo mesmo que recorrente durante a experimentação inicial não alterou o desenvolvimento da planta, uma vez que a areia não reteve grande parte do líquido. Tal característica é comum em solos constituídos em sua maioria por areia, devido à apresentarem grãos maiores, e sua alta transpiração (PRIMAVEST, 1980). O p.H. do solo, ao final do procedimento, era por volta de 7, mais básico em relação ao controle (cerca de 6,5).

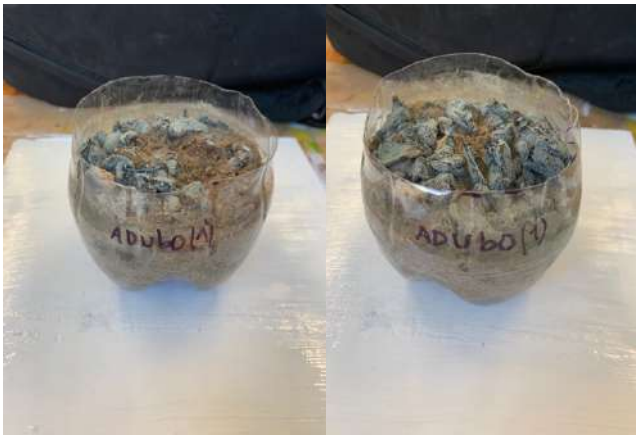


Figura 21: Foto do primeiro resultado do nível 1 do experimento

Já o nível que utilizou da mistura de areia com terra, não apresentou grandes diferenças do aspecto inicial, tendo tido também, sua água transpirada e decantada. O p.H. obtido foi em torno de 7, e este aumento em relação ao controle provavelmente se deve a própria mistura dos solos.

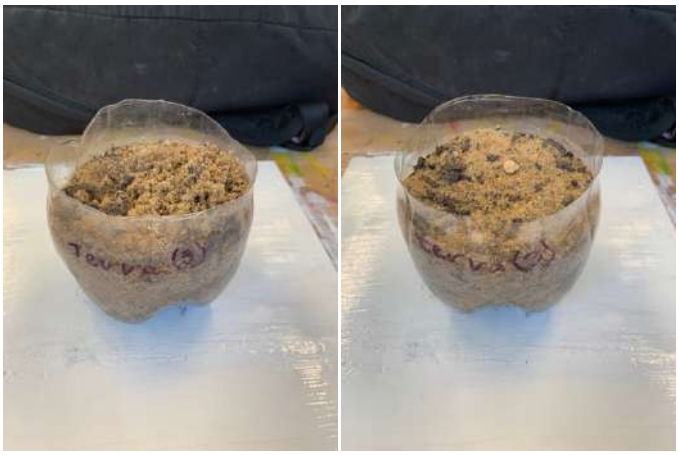


Figura 22: Foto do primeiro resultado do nível 3 do experimento

A areia fertilizada com NPK líquido, não contou com grandes mudanças, as sementes de chia não germinaram, e o solo, como todos os resultados obtidos secava rapidamente e não havia retenção da água, porém devido aos fertilizantes químicos serem ácidos houve uma diminuição do p.H. em relação ao controle, com o p.H. deste nível (2) sendo aproximadamente 6.

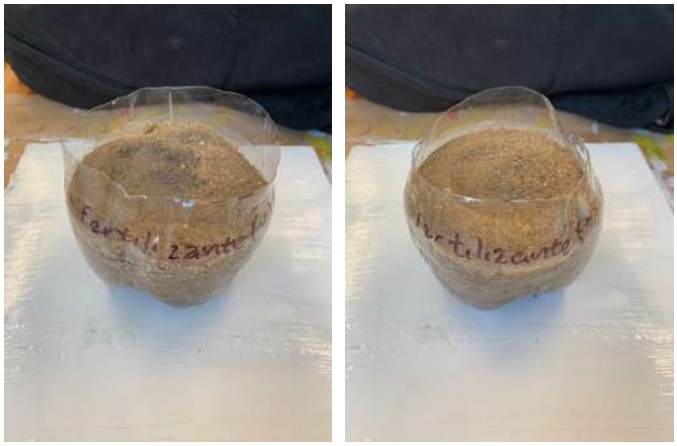


Figura 23: Foto do primeiro resultado do nível 2 do experimento.

A *Salvia hispanica L.,* popularmente conhecida como chia, requer umidade no solo para germinar, o que justificaria o motivo das sementes não terem desenvolvido nos níveis e no controle devido a baixa retenção de água da areia. Porém, uma vez que as mudas são estabelecidas, a planta cresce bem em água limitada (BENETOLI & SILVA, 2018), o que comprova que é válido testar o desenvolvimento da planta no experimento após a germinação em água.

Além disso, a chia se desenvolve idealmente em solos com p.H. entre 6,5 e 7,5 (BENETOLI & SILVA, 2018) ou seja, o nível com fertilizante químico NPK, não estaria adequado para a germinação da leguminosa por seu p.H. estar abaixo do adequado. Entretanto, tanto o controle quanto os experimentos em que foi utilizado adubo e mistura de terra e areia para fertilização apresentam p.H. conforme os padrões mais adequados para a planta.

Em relação as tentativas de germinação da chia em água, apenas em uma se obteve sucesso. A que falhou, não germinou em parte devido a um exagero na proporção de água em relação a quantidade de sementes e em outra pelo cultivo ter sido feito em ambiente fechado, ou seja, sem passagem de ar, o que impediu que a planta recebesse a quantidade necessária de oxigênio para desenvolver-se, o que fez com que a planta fosse decomposta antes mesmo de brotar, formando um fungo,

provavelmente pertencente a um dos gêneros entre *Aspergillus, Penicillium* e *Rhizopus* que são comuns em chias (WANDERLEY & OLIVEIRA, 2014).

Por fim, a única tentativa de germinação que apresentou desenvolvimento da chia foi o cultivo em água em recipiente aberto, onde havia ampla circulação de oxigênio e a água foi colocada em proporções adequadas e de maneira constante. Além disso, a parte do líquido que não era absorvida pela planta foi descartada, de maneira que não houvesse excessos, como se mostra ser ideal para a planta. (DANQUAH & KUBI & DARKO, 2014)

Conclusão

Tendo em vista os resultados observados, é possível afirmar que o experimento não foi um êxito, na medida em que a chia (leguminosa), não só não se desenvolveu em solos hiperácidos, mas também em nenhum dos outros níveis em que foram utilizados métodos de fertilização como, por adubo, fertilizante NPK e mistura de areia com terra, diferenciando-se então da hipótese inicial. Com estes resultados, foi possível concluir que, para solos hiperácidos, as leguminosas, no caso a chia, não conseguem se desenvolver, pois é necessário que o solo tenha boa drenagem, presença de matéria orgânica e mais importante, que tenha um pH que varie entre 6,5 a 7,5 de acidez.

De modo geral os objetivos foram atingidos, já que, seja por meio da pesquisa ou da experimentação foram obtidas, o grupo foi capaz de comparar a composição do solo marciano com o terrestre, descobrir a relação entre agricultura e a taxa de oxigênio atmosférico, analisar os tipos vegetais mais adaptáveis a solos hiperácidos, verificar qual um possível tempo necessário para suprir a necessidade calórica da população, como também investigar possíveis métodos de plantio em solos de infertilidade extrema.

Referências

- **Nada de batatas: o solo de Marte pode exterminar até mesmo os microrganismos.** Canaltech, 7 julho de 2017. Disponível em:https://canaltech.com.br/amp/espaco/nada-de-batatas-o-solo-de-marte-pode-ser-exterminar-ate-mesmo-os-microrganismos-96878/ . Acesso em: 25/03/2022.

- **Cientistas testam compostos para criar "jardim" em Marte.** Jornal terra, 10 de maio de 2010. Disponível em: https://www.terra.com.br/amp/noticias/ciencia/espaco/cientistas-testam-compostos-para-criar-jardim-em-marte,396884bb948ea310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html . Acesso em: 25/03/2022
- VALDIVIA-SILVIA, Julia E., **Soil carbon distribution and site characteristics in hyper-arid soils of the Atacama Desert: A site with Mars-like soils.** Science Direct, Volume 50, 1 july 2012, page 108-122. Issue 1. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S027311771200169X Acesso em: 25/03/2022
- KAWAZANA, S. **Space agriculture for habitation on Mars with hyper-thermophilic aerobic composting bacteria.** Science Direct, Volume 51, 2008, Página 696-700. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273117707009933 Acesso em: 25/03/2022
- VEMEULEN, Angelo C.J, **What horticulture and space exploration can learn from each other: The Mission to Mars initiative in the Netherlands.** Science direct, Volume 117, December 2020, pages 421-424. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576520302988 Acesso em: 25/03/2022
- RAMIREZ, David A, **Extreme salinity as a challenge to grow potatoes under Mars-like soil conditions: targeting promising genotypes.** Cambridge Core, Cambridge, 16 November 2017. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/journals/international-journal-of-astrobiology/article/extreme-salinity-as-a-challenge-to-grow-potatoes-under-marslike-soil-conditions-targeting-promising-genotypes/5B9C255DC0CC2FA7F0C0849C5FECD0BC Acesso em: 25/03/2022
- CANNON, Kevin M. **Feeding One Million People on Mars.** New space, Volume 7, 16 de Dezembro 2019. Disponível em: https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/space.2019.0018 Acesso em: 25/03/2022

- ERNESTO G. R & FRANCELINO. In: Congresso brasileiro de ciência do solo, 2015**.** Acesso em: 25/03/2022
- DUARTE, Giuliana R. B. **Solo arenoso: como fazer o melhor plantio nesse tipo de terra**. Aegro. 24 de março 2020. Disponível em: https://blog.aegro.com.br/solo-arenoso/. Acesso em: 31/08/2022
- WANDERLEY, Katharine & OLIVEIRA, Idjane. **Determinação da presença de Micotoxinas em Sementes de Chia (Sálvia Hispânica) e Quinoa (Chenopodium Quinoa) Comercializadas no município de Recife-Pe.** Blutcher Proceedings, volume 1, número 1, Novembro 2014. Disponível em: https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/determinao-da-presena-de-micotoxinas-em-sementes-de-chia-salvia-hispanica-e-quinoa-chenopodium-quinoa-comercializadas-no-municpio-de-recife-pe-11829. Acesso em: 31/08/2022
- ANDRADE, C & FREITAS, J. **Características físico-hídricas de solos arenosos em tabuleiros litorâneos.** Congresso nacional se irrigação e drenagem, volume 1, tempo 2, pagina 1069-1096. 9 de janeiro 1992. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/109914 . Acesso em: 31/08/2022
- FIDALSKL, J. **Respostas da mandioca a adubação NPK e calagem em solos arenosos no noroeste do Paraná. Scielo Brasil.** Agosto 1999. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pab/a/c43JBg8nyR5rX5g3b39xkLB/abstract/?lang=pt Acesso em: 31/08/2022

Figuras:

- Figuras 1 e 2: https://www.esa.int/
- Figura 3: https://moodle.colband.com.br/course/view.php?id=1391
- Figura 4: https://m.youtube.com/watch?v=Rdn3dMa0D-w
- Figura 5: https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos/ordens/chernossolos/subordens
- Figura 6: https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-seque-o-teste-padr%C3%A3o-salgado-do-solo-no-deserto-de-san-pedro-de-atacama-image76608802
- Figura 7, 8, 9, 10: feitas pelos autores.
- Figura 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23: Feita pelos autores.

Processo de liofilização de frutas com materiais acessíveis e de baixo custo

Enzo Perini Bogoni, Heloísa Baldoíno Costa, Jacqueline Murata Hayashi, Julio Cesar Varela Plicas e Jullie Jia Shin Tanabe Shintani.

Professora orientadora: Maria Fernanda Moreira

Colégio Bandeirantes

Resumo

O objetivo deste estudo foi testar, de forma qualitativa, por quanto tempo frutas liofilizadas, utilizando método caseiro, permaneceriam em boas condições para serem utilizadas em ambientes inóspitos e com falta de recursos. Os critérios adotados para a análise dos alimentos foram cor, textura e aparência e as frutas utilizadas foram maçã, banana, morango e cenoura. Para liofilização das frutas, cada amostra foi cortada em fatias bem finas e congelada por um período de 1 a 6 semanas, posteriormente, foram colocadas em um recipiente a vácuo por 1 hora, para diminuir a pressão e fazer a água passar do estado sólido para gasoso. Em seguida, tudo foi armazenado em sacos *Ziplock* e deixado em observação. Os resultados sugeriram que esse método não foi eficiente, pois as frutas apodrecem tanto a curto quanto a longo prazo. Além disso, suas cores ficaram mais escuras, a textura ficou viscosa, muito úmida e a aparência se deteriorou. No entanto, as frutas que ficaram mais tempo no freezer demoraram mais para apodrecer. A hipótese é de que o mau funcionamento do projeto se deveu à inconsistência na realização do experimento e à baixa qualidade dos materiais e ferramentas. Em conclusão, os alimentos consumidos em condições inóspitas devem ser liofilizados utilizando métodos mais refinados e equipamentos precisos para a segurança dos consumidores.

Palavras-chave: liofilização; conservação de frutas; pressão; propriedades coligativas; caseiro.

Abstract

The purpose of this study was to test how long homemade freeze-dried fruits would stay in good condition to be used in inhospitable environments with the lack of resources. The criteria adopted for the analysis of the food were color, texture, and appearance. Fruits used were apple, banana, strawberries, and carrots. To freeze-dry the fruits, each sample was sliced very thin and frozen for a period, from 1 to 6 weeks, and afterwards they were put in a vacuum container for 1 hour, to decrease the pressure and make the water go from a solid to a gaseous state. Then, everything was stored in Ziplock bags and left in observation. Results suggested that this method does not work, since the fruits went rotten in both a short and a long term. Furthermore, their color got darker, the texture was slimy and very moist, and the appearance was deteriorated. However, the fruits that stayed in the freezer for more time took longer to rot. The hypothesis is that the malfunctioning of the project was due to the inconsistency in the carrying out the experiment and the low quality of the materials and tools. In conclusion, food consumed in inhospitable conditions should be freeze-dried using more refined methods and precise equipments for the safety of the consumers.

Keywords: freeze-drying; fruits conservation; pressure; colligative properties; home-made.

Introdução

No contexto atual, o planeta Terra está lidando com diversos problemas ambientais causados pelo ser humano, problemas estes, que estão se tornando cada vez mais intensos a medida que o tempo passa. A mudança de temperatura dos oceanos, o aquecimento global, a acidificação do solo, as queimadas, a poluição do ar, são exemplos claros de que o planeta está sofrendo.

Existe a possibilidade para um cenário muito negativo para o futuro da humanidade na Terra, caso medidas não sejam tomadas. A dificuldade em recuperar a saúde do planeta será inimaginavelmente grande, uma vez que é necessário um consenso entre diversos países que vão contar com recursos escassos para solucionar tal problema. Essa situação motivou diversos cientistas ao redor do mundo a estudar a viabilidade da construção de uma civilização em Marte para tornar possível a permanência da vida humana fora da Terra.

Um dos maiores empecilhos dessa longa viagem espacial de aproximadamente 440 dias é a alimentação, uma vez que é necessário pensar em inúmeros fatores limitantes, como por exemplo, o espaço suficiente para transportar uma grande quantidade de comida. Neste contexto, torna-se fundamental a utilização de conceitos da tecnologia de alimentos, que estuda métodos e processos que possam aumentar seu tempo enquanto consumível sem causar danos à saúde dos passageiros e sem renunciar a qualidades como gosto, sabor e textura (LEONARDI; AZEVEDO, 2018).

A quantidade de calorias diárias consumidas recomendada é algo em torno de 2.500 kcal de acordo com o site *advance care*. Com base nisso, será necessário a criação de um cardápio variado de alimentos conservados o tempo suficiente para durar a viagem inteira.

O homem, nos primórdios de sua existência, adquiriu noção da influência dos mecanismos de conservação de alimentos sem entender, porém, seus mecanismos de ação. Os antigos métodos de conservação não tinham bases científicas, não havendo conhecimento de seus agentes alterantes e então um consequente desconhecimento da razão das modificações nos produtos, por mais que seus resultados fossem relativamente efetivos (EVANGELISTA, 1998 apud LEONARDI; AZEVEDO, 2018)

O século XX é marcado pela implantação da área de tecnologia de alimentos, cuja industrialização em massa só foi possível pela adoção de métodos de preservação e conservação por ela instituídos. Esses métodos modernos, desde os mais simples até os mais elaborados, conseguem reduzir as perdas, aumentando o aproveitamento de subprodutos, e aumentar a disponibilidade de alimentos, aumentando sua “vida de prateleira” sem abrir mão da qualidade. Acompanhando esse progresso, a indústria também ofereceu novas perspectivas para a melhor apresentação dos produtos e manutenção de suas condições sensoriais e nutritivas (NESPOLO, 2015; GAVA, 2008 apud LEONARDI; AZEVEDO, 2018)

Utilizando métodos atuais de conservação de alimentos, torna-se possível pensar na criação de um cardápio completo para os colonizadores de Marte. Para construir um sistema alimentar espacial ideal deve-se levar alguns pontos em consideração, como variedade de alimentos, segurança, nutrição, usabilidade e confiabilidade do sistema, minimização de recursos, estabilidade, palatabilidade (DOUGLAS et al., 2020) (figura 1). Dessa forma, o propósito deste projeto é mostrar

o quão avançado estamos para comer de forma confortável, saudável e eficiente durante uma possível viagem de colonização ao planeta vermelho, utilizando processos de conservação de alimentos, mais especificamente, a liofilização.

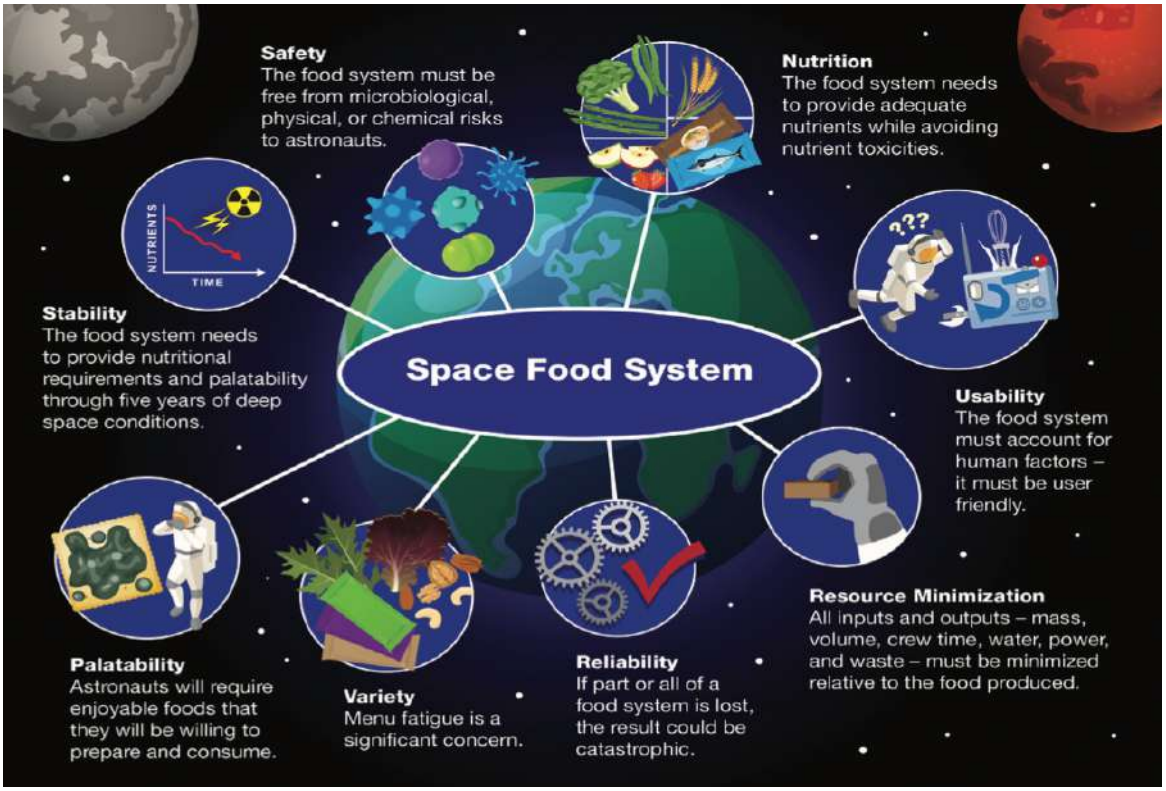


Figura 1: Mapa mental com os fatores para um sistema alimentar espacial ideal. (DOUGLAS et al., 2020)

A liofilização é um processo de conservação de alimentos, por meio da diminuição da temperatura e remoção da água, fazendo com que o alimento dure por até 30 anos, ou seja, pode ser definida como um processo de estabilização, em que uma substância previamente congelada, tem o solvente removido por sublimação (secagem primária) e, em seguida, por dessorção (secagem secundária). Estas condições garantem que não haverá mais crescimento biológico e reações químicas (AYROSA; METTA; PALETTA, 2012).

O processo de liofilização era utilizado em larga escala pelo povo Inca, em Machu Pichu, para fazer o chuño. O alimento consiste em batatas liofilizadas. O tubérculo era deixado no lado de fora das casas para passar a noite ao ar livre, sujeitos ao frio extremo presente na parte da noite. Com o nascer do sol, a temperatura aumentava e devido à baixa pressão que a Cidade-Perdida apresentava por conta de sua elevada altitude, a água dos cristais que se formavam ao redor das batatas passava do estado sólido direto para o gasoso pelo processo de sublimação. No

gráfico4, pode se ver essa mudança pelas setas que mostram a passagem do estado sólido da água para o vapor quando a pressão está baixa.

Figura 2: Batatas liofilizadas, comida típica do povo Inca.

Figura 3: Mapa esquematizando a altitude da Cidade Perdida (Machu Pichu), responsável pela baixa pressão.

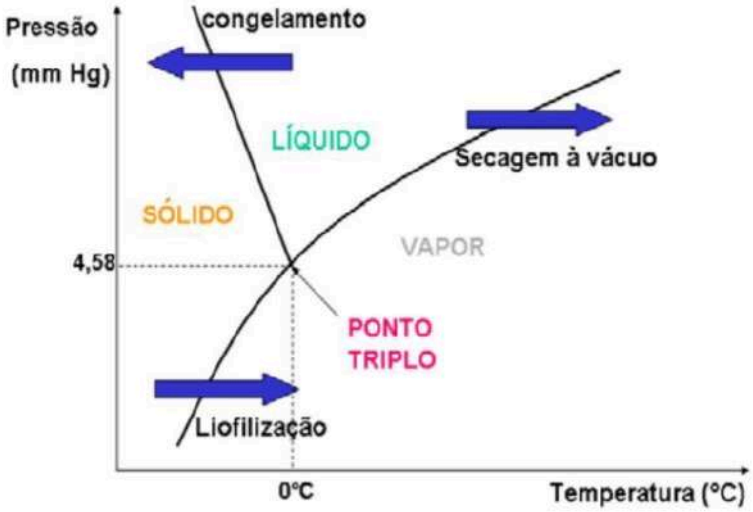


Figura 4: Gráfico pressão por temperatura da mudança de estados físicos da matéria.

Para ser conduzida de forma eficiente, a liofilização exige detalhamento minucioso dos parâmetros de processo. A principal barreira ao uso em larga escala é o custo elevado da operação, que se espera que seja superado em breve pelo avanço tecnológico (AYROSA; METTA; PALETTA, 2012). Em compensação as vantagens são muitas, como apresentado na tabela 1.

Vantagens da liofilização	**Desvantagens da liofilização**
• Menos contração do produto; • Maior solubilidade devido a estrutura esponjosa deixada pela saída de água; • Evita decomposição pelo calor; • Reduz a perda de voláteis sem afetar a qualidade do produto; • Reduz as ações enzimáticas dos microrganismos; • Evita também a desnaturação de proteínas; • Mantém a morfologia inicial do material.	• Muito tempo para manusear e processar (mais do que 24 horas); • Custos e complexidade do equipamento; • Custo energético muito alto.

Tabela 1: Comparação das vantagens e desvantagens da liofilização.

As fases do processo de liofilização

1. Fase inicial: preparo da matéria prima a ser processada (congelamento a uma temperatura inferior a temperatura de solidificação)
2. Fase final: secagem do produto.
   a. Secagem primaria: efetuada a uma temperatura de fusão obtida por sublimação do gelo.
   b. Secagem secundaria: efetuada a uma temperatura inferior a da degradação produto, com finalidade de eliminar os últimos vestígios de água retida por absorção.

Componentes de um liofilizador

As respectivas partes podem ser observadas na figura 5, como indicado entre parênteses.

- Sistema de arrefecimento do produto (Não representado na figura, pode não estar presente, uma vez que não é essencial.)
- Equipamento para produção de vácuo: (na figura: 'Bomba de vácuo')
- Sistema de aquecimento do produto por condução ou radiação ('Câmara')
- Condensador frigorífico para converter o vapor produzido em gelo ('Condensador')

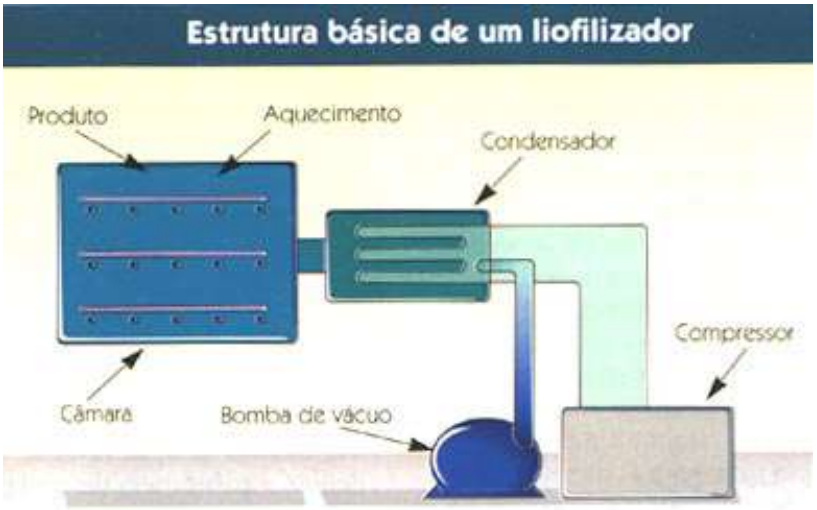


Figura 5: Ilustração de um liofilizador. (VITAL, A et al., 2003)

Dessa forma, pensando-se na urgência de elaborar um meio de levar a humanidade a Marte e em um de seus principais problemas durante a viagem, a alimentação. Este estudo tem como objetivo responder a seguinte pergunta, levando

em consideração a importância da regulamentação minuciosa dos parâmetros do processo de liofilização, as etapas do processo e a função exercida por cada um dos componentes do liofilizador, assim como a complexidade deles, é possível reproduzir o processo com equipamento domiciliar, de forma parcial ou simplificada?

Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo geral é experimentar um modelo simplificado de liofilização, com foco na maior proximidade possível do produto final com aqueles liofilizados profissionalmente, empregando processos de baixo custo energético.

Objetivos específicos

Os objetivos específicos do projeto são: entender como funciona o processo de liofilização (etapas, processos e resultado), analisar as partes de uma liofilizadora e suas funções, adaptar os materiais necessários para a construção da liofilizadora, de forma que possamos ter acesso a estes, experimentar com a liofilização parcial e recolher resultados obtidos e compará-los com os dos alimentos liofilizados industrialmente.

Materiais e Método

Materiais

- Recipiente a vácuo de 2,5 L com bomba gera vácuo
- Alimentos (morango, banana, maçã, cenoura)
- Freezer
- Bandejas de isopor
- Sacos Ziplock
- Alimentos liofilizados industrialmente

Métodos

O experimento realizado tem como objetivo responder a hipótese: se é possível liofilizar alimentos de forma caseira, eles terão o mesmo tempo de conservação dos liofilizados de forma industrializada.

A variável independente é o tempo no freezer que foi medido de acordo com os seguintes níveis em três tentativas cada:

Níveis	Tempo de freezer	Data
1 (controle)	3 semanas no freezer	03/08 até 24/08
2	2 semanas no freezer	10/06 até 24/06
3	4 semanas no freezer	03/08 até 31/08
4	6 semanas no freezer	24/06 até 05/08

Tabela 2: descrição dos níveis da variável independente.

As variáveis dependentes são:

Variável dependente	Descrição
Tempo de conservação	o alimento foi deixado em um local seco e à temperatura ambiente durante um certo período de tempo, medido através de um calendário
Aparência, textura, formato e sabor dos alimentos	essas características foram medidas com a observação dos alimentos, durante o período que eles ficaram conservados, e anotadas para depois serem comparadas com os alimentos liofilizados industrialmente

Tabela 3: descrição das variáveis dependentes.

As constantes são a máquina liofilizadora, cronômetro e freezer.

O experimento foi realizado nas seguintes etapas:

A primeira etapa do experimento foi cortar os alimentos em pedaços e armazená-los em uma bandeja (figura 6), para depois colocá-los no freezer em contato direto com o ar, deixando os congelando de acordo com o tempo determinado nos níveis (figura 7).

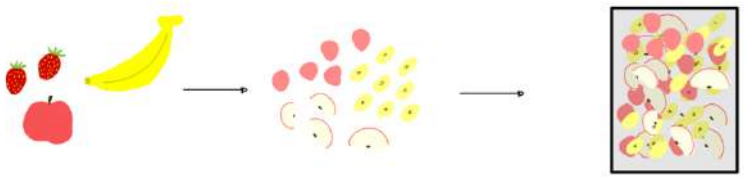


Figura 6: Ilustração da primeira etapa.

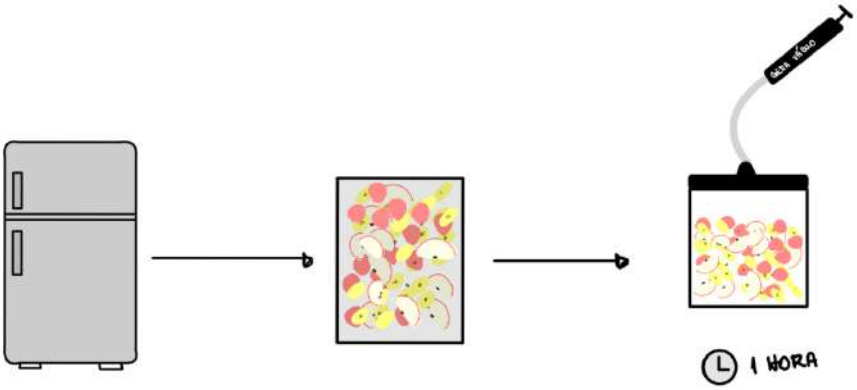


Figura 7: Ilustração da primeira etapa.

A segunda etapa foi colocar os alimentos congelados no recipiente a vácuo e retirar toda a pressão possível, deixando-os por 1 hora lá (figura 8).

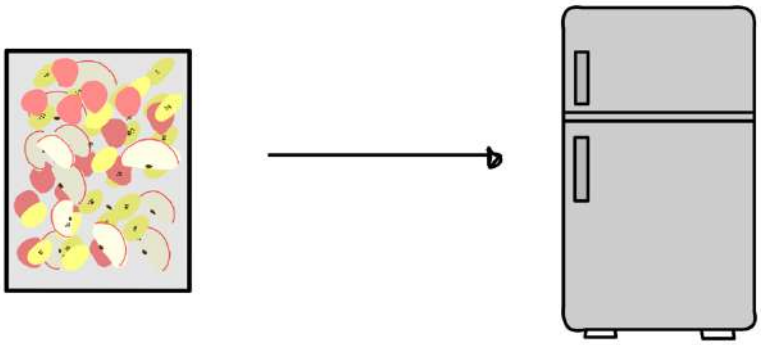


Figura 8: Ilustração da segunda etapa.

A terceira etapa foi retirar os alimentos do recipiente a vácuo e guardá-los em sacos Ziplock, deixando-os armazenados em um lugar seco e arejado (figura 9).

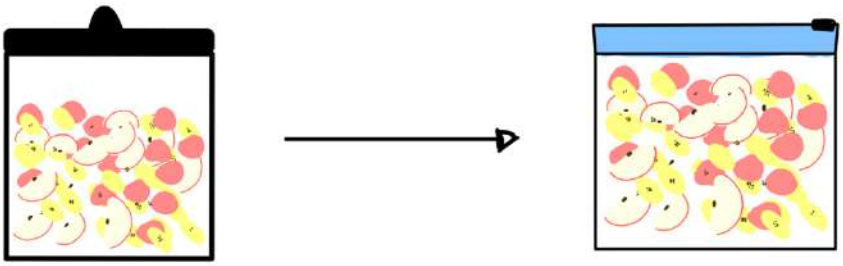


Figura 9: Ilustração da terceira etapa

A quarta etapa foi observar os alimentos liofilizados e coletar os dados acerca das mudanças percebidas, por aproximadamente 1 mês (figura 10).

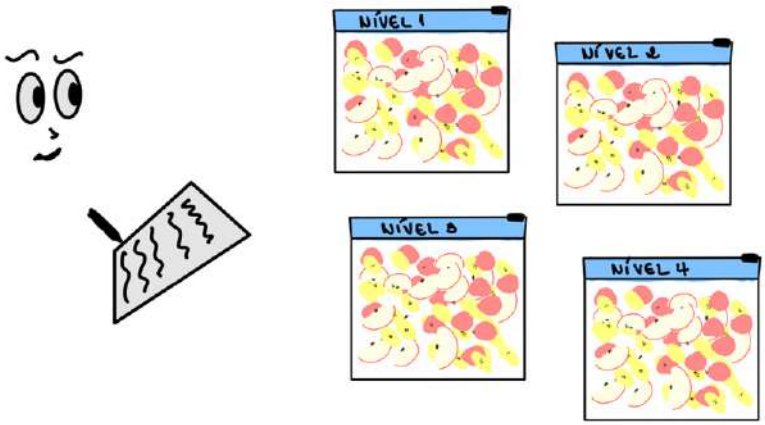


Figura 10: Ilustração da quarta etapa.

Métodos 2.0

A variável independente é o tempo de freezer e os níveis dessa variável são:

Níveis	Tempo de freezer	Datas
1.1 (controle)	1 semana no freezer	10/08 até 17/08
2.1	2 semanas no freezer	17/08 até 31/08
3.1	2 dias no freezer	31/08 até 02/09

Tabela 4: Descrição dos níveis do método 2.0.

As variáveis dependentes permanecem as mesmas do método anterior.

As constantes são o pote a vácuo e o freezer.

A primeira etapa do método 2.0 foi ralar ou cortar as frutas em fatias bem finas. (figura 11)

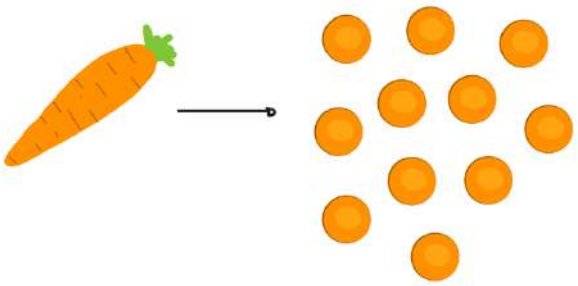


Figura 11: Ilustração da primeira etapa feita pelos autores.

A segunda etapa foi colocar os alimentos dentro do pote à vácuo, rebaixar a pressão e colocar tudo no freezer. (figura 12)

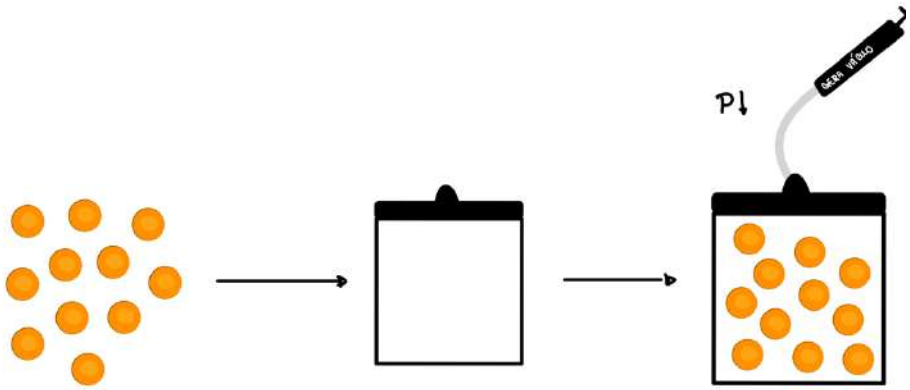


Figura 12: Ilustração da segunda etapa feita pelos autores.

A terceira etapa foi colocar o pote com as cenouras no freezer. (figura 13)

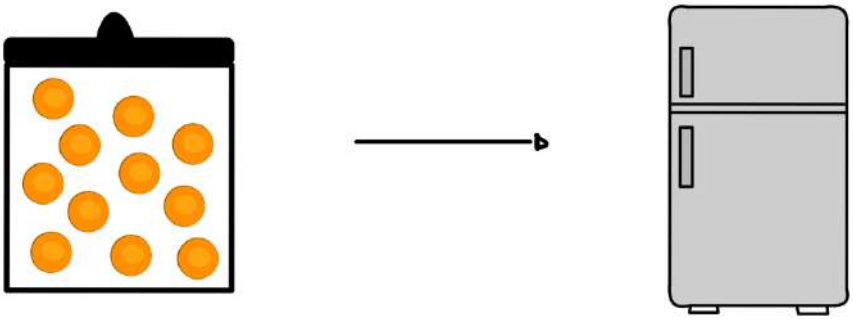


Figura 13: Ilustração da terceira etapa feita pelos autores.

A quarta etapa foi retirar o pote do freezer e abri-lo para retirar o vácuo. (figura 14)

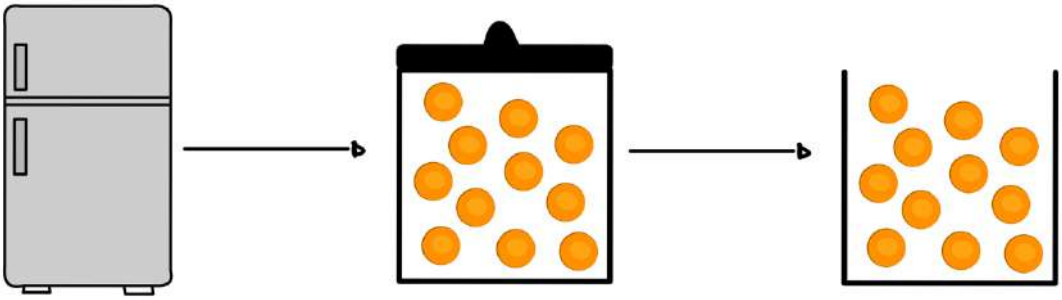


Figura 14: Ilustração da quarta etapa feita pelos autores.

A quinta etapa foi tirar as frutas do pote para depois armazená-las em sacos e deixá-las em observação, coletando os dados nesse meio tempo. (figura 15)

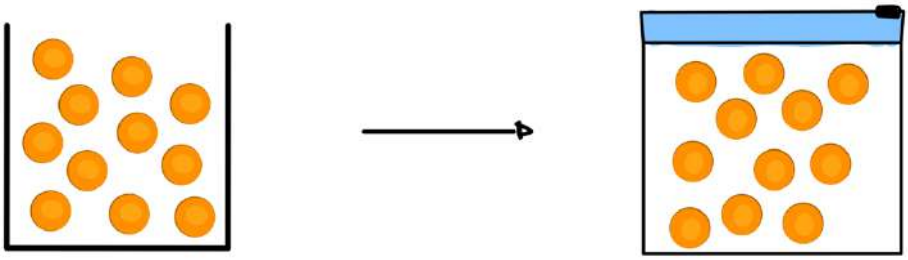


Figura 15: Ilustração da quinta etapa.

Resultados e Discussão

Níveis	Tempo de freezer	Data	Status
1 (controle)	3 semanas no freezer	03/08 até 24/08	Concluído
2	2 semanas no freezer	10/06 até 24/06	Concluído
3	4 semanas no freezer	03/08 até 31/08	Concluído
4	6 semanas no freezer	24/06 até 05/08	Concluído

Tabela 5: Descrição dos níveis e seus status após a realização do experimento, feita pelos autores.

Os níveis aqui descritos não foram realizados em ordem cronológica, devido ao tempo disponível durante as aulas. Porém, para melhor entendimento dos resultados do experimento foram escritos na ordem em que foram realizados.

Nível 2

No dia 10/06 foi iniciado o nível 2 do experimento: as frutas (banana, maçã e morango) foram cortadas em pedaços pequenos, armazenadas todas juntas em uma bandeja de isopor e colocadas no freezer em contato direto com ar (figura 16).

Figura 16: Frutas do nível 2 cortadas antes de serem colocadas no freezer, feita pelos autores.

Nas aulas seguintes (15/06, 22/06, 24/06), foi testado o rebaixamento da pressão com o pote a vácuo para sublimar a água das frutas. Dessa forma, a cada aula, uma pequena porção de frutas era retirada do freezer e colocada dentro do pote a vácuo para retirar a pressão, testando o processo de liofilização. Os resultados obtidos de cada aula foram:

Data/tempo no freezer	Resultado	Figura
15/06 (frutas 5 dias no freezer)	As frutas soltaram muita água, descongelaram e adquiriram uma aparência e textura gosmenta e gelatinosa.	-
22/06 (frutas 12 dias no freezer)	Os resultados foram os mesmos da aula anterior. Porém nessa	Ver figuras 17 e 18

	tentativa foi adicionado um papel no fundo do pote, o que deixou mais fácil observar a quantidade de água solta pelas frutas	
24/06 (frutas 2 semanas no freezer)	Não houve alteração nos resultados nessa tentativa também. As frutas descongelaram, porém permaneceram congeladas por mais tempo e soltaram menos água que nas tentativas anteriores	Ver figuras 14, 15 e 16

Tabela 6: Descrição dos resultados obtidos no nível 2.

Figura 17 e 18: Frutas congeladas depois de 12 dias e após passarem 1 hora no pote a vácuo. É possível observar a quantidade de água que as frutas soltaram no papel.

Figura 19: Frutas congeladas depois de 2 semanas.

Figuras 20 e 21: Frutas com 2 semanas de freezer depois de passarem 1 hora no pote a vácuo. É possível observar a água solta pelas frutas no fundo do recipiente.

Nível 4

Com base nos resultados obtidos com o nível 2, o processo sofreu algumas modificações: a cenoura foi adicionada na lista de materiais e o modo de corte dos alimentos alterado, dessa forma, a maçã e a cenoura foram raladas em fatias

finíssimas em um ralador e o morango e a banana também foram cortados em fatias finas à faca (Figuras 22, 23 e 24).

Figura 22, 23 e 24: Banana e morangos cortados em fatias finas, maçã ralada em fatias finíssimas e cenoura ralada em fatias finíssimas.

O nível 4 foi iniciado no dia 24/06, e deixado no freezer durante 6 semanas nas férias, até o dia 03/08. No dia 24/06, as frutas e a cenoura foram cortadas, armazenadas em uma badeja de isopor e colocadas no freezer. Após 6 semanas, no dia 03/08, elas foram retiradas do freezer e colocadas no pote à vácuo para o rebaixamento da pressão e a tentativa do processo de sublimação (ver figura 25).

Figura 25: Frutas congeladas por 6 semanas no pote à vácuo antes do rebaixamento da pressão.

Quando as frutas foram retiradas do pote, depois de 1 hora, observou-se que elas ainda não estavam totalmente liofilizadas e possuíam água dentro delas (ver figura 26). Porém, percebe-se que estavam mais secas e soltaram menos água que o nível 2.

Figura 26: Frutas após de 1 hora no vácuo.

Dessa forma, as frutas foram retiradas do pote e armazenadas em sacos *ziplocks* (ver figura 27) para serem deixadas em observação.

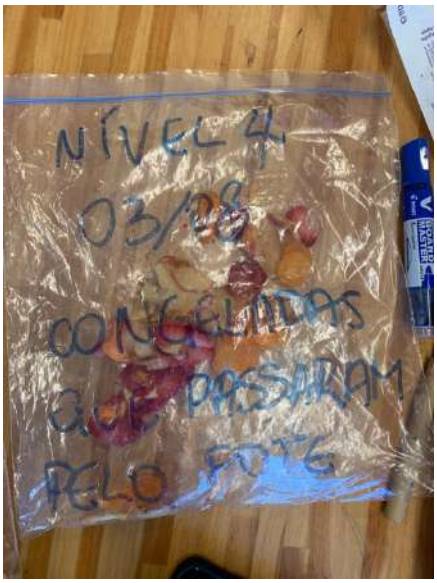


Figura 27: Frutas guardadas no saco *ziplock* depois de terem passado pelo pote.

Depois de 5 dias, na aula seguinte, os alimentos estavam apodrecidos (ver figura 28), com uma textura gosmenta e soltando um líquido que exalava odor. Esse resultado se deve ao fato de as frutas não terem sido liofilizadas completamente.

Figura 28: Frutas apodrecidas depois de ficarem armazenadas nos sacos *ziplock* por 5 dias.

Nível 1

No dia 24/08 foi realizado o nível 1 do experimento, testado com o pote previamente congelado o nível 1 usando apenas cenouras raladas e que permaneceram na geladeira por 1 semana. Foram colocadas no pote de forma aglomeradas e permaneceram por 1 hora no vácuo (Figura 29).

Figura 29: Cenouras no pote.

Os resultados obtidos neste nível foram muito similares aos obtidos nos outros níveis, 2 e 4, as amostras se apresentaram sem liofilização. As cenouras tinham as bordas escuras com uma textura lisa, estavam úmidas e apresentavam um odor forte (Figura 30).

Figura 30: Cenouras úmidas e com bordas escuras

Nível 3

O nível 3 não foi realizado em razão do experimento nível 4 (6 semanas no freezer, maior quantidade de tempo) não ter funcionado, consequentemente inferiu-se que os níveis seguintes que possuíam menor tempo de freezer não funcionariam também.

Níveis	Tempo de freezer	Datas	Status
1.1 (controle)	1 semana no freezer	10/08 até 17/08	Concluído
2.1	2 semanas no freezer	17/08 até 31/08	Concluído, mas com alteração no tempo de freezer: 1 semana (17/08 até 24/08)
3.1	2 dias no freezer	31/08 até 02/09	Não realizado

Tabela 7: Descrição dos níveis e seus status após a realização do experimento.

Ao analisar os resultados do nível 4 (6 semanas no freezer), percebeu-se que os outros níveis que possuíam menos semanas não iriam funcionar. Dessa forma, foi decidido realizar uma mudança de rota no design experimental: as frutas seriam

congeladas dentro do pote conforme escrito nos materiais e métodos 2.0, ao invés de serem congeladas e depois colocadas no pote para o rebaixamento da pressão.

Nível 1.1 (controle)

No dia 10/08, as cenouras que sobraram do nível 4 foram colocadas juntas dentro do pote à vácuo, a pressão foi rebaixada e colocado no freezer. (Ver figuras 31 e 32)

Figuras 31 e 32: Cenouras dentro do pote à vácuo antes de irem para o freezer.

No dia 17/08, após 1 semana, o pote com as cenouras foi retirado do freezer. Ele apresentava gelo nas paredes e as cenouras estavam grudadas todas juntas. Observou-se que as que estavam mais separadas se apresentavam mais secas que as grudadas. (Figuras 33 e 34).

Figuras 33 e 34: Cenouras dentro do pote depois de saírem do freezer.

Porém, observou-se que a liofilização total dos alimentos não ocorreu, visto que eles ainda possuíam água, não estavam secos e sua textura era mole. (Figuras 35 e 36)

Figuras 35 e 36: cenouras depois de serem retiradas do vácuo.

Nível 2.1

O nível 2.1 estava previsto para ficar 2 semanas no freezer, mas devido a problemas no planejamento, o pote foi retirado 1 semana antes, ficando apenas 1 semana no freezer.

Neste nível, decidiu-se reutilizar as cenouras do nível 3, visto que este foi cancelado. Assim, no dia 17/08, os vegetais foram descongelados e 9 fatias de cenouras raladas foram cuidadosamente posicionadas dentro do pote (Figura 37) para que não se encostassem durante o processo com o objetivo de não grudarem umas às outras ao congelarem. O pote foi fechado e a pressão rebaixada com a bomba a

vácuo. Ao final tudo foi colocado dentro do freezer, onde permaneceram por 7 dias (Figura 38).

Figura 37 e 38: Cenouras separadas para não grudarem e depois de permanecerem 7 dias no vácuo e no freezer.

No dia 24/08, o pote foi retirado do freezer e aberto para a pressão sair. Os resultados obtidos neste nível foram os melhores em relação a secura dos alimentos. As cenouras apresentaram uma liofilização parcial, ainda com um pouco de umidade, porém muito mais secas em comparação as frutas dos outros níveis. As amostras também apresentaram uma aparência mais clara e não exalavam odor (Figura 39).

Figura 39: Fatia de cenoura parcialmente liofilizada.

Foi registrado no dia 26/08, dois dias após as cenouras serem retiradas do freezer, a foto do resultado do nível em questão (Figura 40).

Figura 40: Cenoura relativamente seca e parcialmente liofilizada 2 dias após a retirada do pote.

Após 9 dias, no dia 02/09, as cenouras guardadas no saco *ziplock* estavam mofadas e apodrecidas. (Figura 41)

Figura 41: Cenouras com mofo 9 dias após terem sido retiradas do pote.

Nível 3.1

O nível 3.1 não foi realizado uma vez que os níveis anteriores, ambos com 1 semana no freezer, não haviam funcionado, foi concluído que o 3.1 com apenas 2 dias não iria funcionar também.

Observações qualitativas no microscópio

Placa 1

Para refinar a análise qualitativa do experimento, foram observadas no microscópio diferentes fatias de cenoura, isoladas em sacos *ziplocks* por 40 dias após terem sido congeladas e expostas ao vácuo no pote caseiro. As imagens analisadas com uma lente de 10x de aumento mostram a presença de fungos no alimento, comprovando a baixa eficácia do processo de conservação realizado anteriormente. A amostra também apresentou coloração escurecida.

Figura 42: cenoura mofada observada no microscópio em 10x.

Placa 2

Na placa 2, analisamos cenouras raladas e previamente congeladas. É observável a aparência clara e há uma notória ausência de microrganismos na amostra analisada com uma lente de 10x.

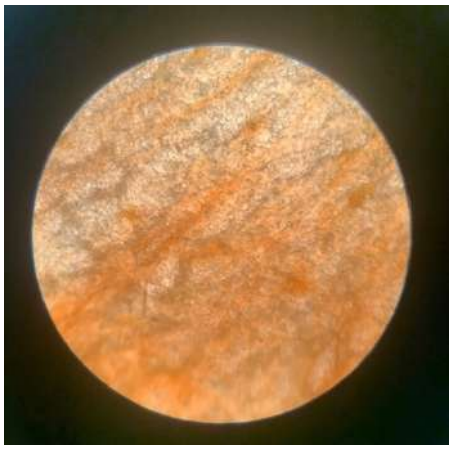


Figura 43: cenoura congelada observada no microscópio em 10x.

Placa 3

Na placa 3, foi observado um morango previamente congelado. Foram encontrados pequenos microrganismos na amostra escolhida, que sofreu apenas com o processo de congelamento. O morango apresentou também pequenas gotículas de água, se mostrando ainda úmido.

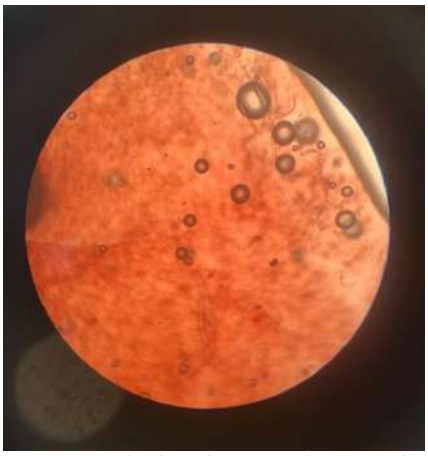


Figura 44: morango congelado observado no microscópio em 10x.

Discussão

Observando-se o progresso e o desenvolvimento do projeto, é possível estabelecer relações entre os resultados obtidos no experimento e os resultados de outros experimentos similares, em razão de buscar justificar e embasar tais resultados

tendo como referência a literatura. Igualmente, o primeiro a ser realizado foi o nível 2, seguido pelo nível 4 e posteriormente, os níveis 1, 1.1 e 2.1. No nível 2, as frutas, previamente cortadas em pequenos cubos, após 2 semanas no freezer foram submetidas a vácuo por 1 hora. No nível 4, as frutas cortadas e raladas em fatias finas, foram mantidas no freezer por 6 semanas e por último, nos níveis 1, 1.1 e 2.1, apenas cenouras em fatias finíssimas foram usadas, mantidas no freezer por 1 semana. Apesar das diferentes variáveis nos três níveis, os resultados foram similares, na medida em que em todos os alimentos apresentaram-se não liofilizados e com água nitidamente presente na superfície das frutas ou no próprio recipiente a vácuo.

Apesar dos dados obtidos não serem compatíveis com os resultados esperados no início do experimento, estão de acordo com a hipótese embasada no estudo de VIEIRA (2012) que afirma que o menor volume dos alimentos resulta na secagem mais satisfatória, assim como auxilia no processo de congelamento. O mesmo pode ser observado no experimento referenciado:

“Em cada ensaio, foram utilizados dois a três abacaxis, de tamanho médio, maduros e sem injúrias nas cascas, descascados manualmente e fatiados transversalmente com auxílio de um fatiador mecânico nas espessuras de 0,5, 1,0 e 1,5 cm.” (VIERIA; NICOLETI; TELIS, 2012).

Dessa forma, o método 2.0 foi implementado neste experimento nos níveis 1.1 e 2.1. Realizado em seguida, o nível 1.1 foi realizado com fatias muito finas assim como estas foram congeladas dentro do pote à vácuo, inda aglomeradas. Notou-se que as fatias de cenoura que não apresentavam outras em contato direto possuíam menor quantidade de água em sua superfície. Foi apenas então que o nível 2.1 foi realizado, com cenouras em fatias muito finas, cerca de 1,0 mm, tais quais foram cuidadosamente posicionadas no pote, sem contato com as demais, e em seguida congeladas no pote a vácuo por 7 dias. Os resultados do último nível realizado apresentaram-se os mais satisfatórios, com maior teor de secagem e textura mais rígida, aparentando liofilização parcial. Apesar do aparecimento de mofo após alguns dias na superfície das mesmas, o experimento do 2.1 mostrou-se mais eficiente comparado aos níveis anteriores, através dos métodos de corte de fatias finas, posicionamento estratégico no pote e menor temperatura de congelamento devido ao contato direto do ambiente com as fatias individuais não aglomeradas.

"Como esperado, houve um aumento nas taxas de congelamento com a redução da temperatura de congelamento e com a diminuição da espessura das fatias. No entanto, todas as condições de congelamento testadas neste trabalho podem ser classificadas como condições de congelamento lento." (VIERIA; NICOLETI; TELIS, 2012)

Espessura da fatia (cm)	Temperatura do ar de congelamento (°C)	Taxa de congelamento (°C.min⁻¹)
0,5	−14	0,067
1,0	−14	0,054
1,5	−14	0,031
0,5	−24	0,135
1,0	−24	0,074
1,5	−24	0,067
0,5	−34	0,377
1,0	−34	0,220
1,5	−34	0,138

Tabela 8: relação proporcional entre a espessura da fatia de alimento a ser congelada e a temperatura e taxa de congelamento (VIERIA; NICOLETI; TELIS, 2012).

No quesito conservação das amostras, os resultados se mostraram bem negativos considerando o objetivo de evitar a proliferação de microrganismos, uma vez que a placa analisada de cenouras liofilizadas no microscópio (figura 42), apresentaram uma evidente presença de fungos na superfície do alimento. A comparação com a cenoura apenas congelada demonstra um fracasso na secagem e conservação das frutas pelo processo caseiro de liofilização realizado.

Conclusão

Com a análise dos resultados obtidos com os materiais disponíveis para a realização do projeto, considerando a hipótese inicial: "é possível liofilizar alimentos de forma caseira. Eles terão o mesmo tempo de conservação dos liofilizados de forma industrializada?" e o objetivo geral de experimentar um modelo caseiro de liofilização buscando a maior proximidade possível com o processo industrial, conclui-se que a liofilização de frutas é inviável de ser feita de forma caseira de tal modo que a água do alimento seja efetivamente retirada para que o mesmo se conserve com o objetivo de levá-lo para uma eventual viagem com uma certa dificuldade de obtenção de

alimento para alimentar os passageiros. A inconsistência na prática e a qualidade "amadora" dos materiais usados foram as principais razões para a obtenção dos resultados negativos. A bomba de retirada de ar do pote não se mostrou eficiente a ponto de retirar a quantidade necessária de ar para rebaixar a pressão do pote de forma suficiente para que a liofilização acontecesse. Além disso, transição das frutas do freezer para o pote era um período longo o bastante para descongelar parte do gelo formado ao redor do alimento, também foi um outro fator que impedia a liofilização. A falta de um freezer que submetesse os alimentos a temperaturas menores contribuiu para o fracasso do projeto pois com um resfriamento mais potente, o tempo de descongelamento seria maior, assim aumentando o período de transição freezer ao pote sem que o gelo descongelasse.

Referências

- AYROSA, A.M.I.B.; METTA, F.I.K.; PALETTA, F.C. O **papel da liofilização na conservação de alimentos pelo controle da umidade.** XII Safety, Health and Environment World Congress 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Paletta/publication/356662621_O_PAPEL_DA_LIOFILIZACAO_NA_CONSERVACAO_DE_ALIMENTOS_PELO_CONTROLE_DA_UMIDADE/links/61a6dea8743d9629db290914/O-PAPEL-DA-LIOFILIZACAO-NA-CONSERVACAO-DE-ALIMENTOS-PELO-CONTROLE-DA-UMIDADE.pdf. Acesso em: 10 de março de 2022.
- COOPER, M; DOUGLAS, G; PERCHONOK, M. **Developing the NASA Food System for Long-Duration Missions.** Journal of Food Science, março 2011. Disponível em: https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1750-3841.2010.01982. Acesso em: 9 de março 2022
- DOUGLAS, G; ZWART, S; SMITH, M. **Space Food for Thought: Challenges and Considerations for Food and Nutrition on Exploration Missions.** The Journal of Nutrition, v. 150, setembro 2020, p. 2242–2244. Disponível em: https://academic.oup.com/jn/article/150/9/2242/5870322 . Acesso em: 15 de março de 2022.

- GABRIELA, J, L; MARCACINI, A, B. **Métodos de conservação de alimentos.** Revista Saúde em Foco, Edição N 10, 2018. Disponível em: http://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/006_M%C3%89TODOS_DE_CONSERVA%C3 %87%C3%83O_DE_ALIMENTOS. . Acesso em: 25 de março de 2022.
- RODRIGUES, I. **Engenharia Alimentar Processamento Geral de Alimentos Liofilização.** 2008. Disponível em: http://www.esac.pt/noronha/pga/0708/Aula%20Liofilização.pdf. Acesso em: 25 de março de 2022.
- VENTURA, L, B. **Viagem a Marte: Colonização do Planeta Vermelho.** Revista Resgates 2016. (pág. 158) Disponível em: https://stockler.com.br/wp-content/uploads/2017/06/STOCKLER_RevistaResgates2016_site.pdf
- VIERIA, NICOLETI, TELIS, 2012 **Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto.** Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjft/a/XJKWdHdV4Q3Hf3FPNMKJj8w/?format=pdf&lang=pt
- VITAL, A; LUZ, F; LIMA, M. **Secagem Liofilização.** 2003. Disponível em: https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/opconser/liof.htm. Acesso em: 25 de março de 2022.
- VIXBLOG, 2022. **3 liofilizadores DIY que você pode fazer em casa.** Disponível em: https://vixblog.com/3-liofilizadores-diy-que-voce-pode-fazer-em-casa/. Acesso em: 09 de março 2022.
- Valley Food Storage, 2019. **How to Freeze Dry Food From Home Without a Machine.** Disponível em: https://valleyfoodstorage.com/blogs/inside-vfs/freeze-drying-food-from-home-without-a-machine
- YOUTUBE, 2021. **Chuno- liofilização natural!! Será que dá pra fazer em casa??** Disponível em: https://youtu.be/qfvuhdO0LCE
- YOUTUBE, 2020 **Tudo o que você precisa saber sobre LIOFILIZAÇÃO - José Carlos T. Jr. Jr CEO da JJ Científica.** Disponível em: https://youtu.be/HNb-OSLKkug
- ADVANCE CARE, 2022 **Afinal, quantas calorias por dia devemos consumir?** Disponível em: https://advancecare.pt/para-si/blog/artigos/afinal-quantas-calorias-por-dia-devemos-consumir

Figuras

- Figura 1 – Disponível em: https://academic.oup.com/jn/article/150/9/2242/5870322
- Figura 2 - Disponível em: https://cesarguanolema.wordpress.com/2018/10/09/chuno-deshidratacion-de-la-papa/
- Figuras 6 a 44: feitas pelos autores.

Tabelas

- Tabelas 1 a 7: feiras pelos autores
- Tabela 8 – Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjft/a/XJKWdHdV4Q3Hf3FPNMKJj8w/?format=pdf&lang=pt

Inclusão de artrópodes na dieta humana cotidiana

Bianca Perdiz Furtado, Daniel Martins de Freitas, Joana Prata Asquino, Marina Ramos Giusti, Melissa Koo Yen
Professores orientadores: Mariane Cavalheiro, Renato Villar, Riviane Garcez
Colégio Bandeirantes

Resumo

Esse artigo explora a inclusão de artrópodes como substituto proteico na dieta humana diária. Outros estudos mostram que a produção em massa de carne vermelha expele gases de efeito estufa e danifica a Terra de forma irreparável, contribuindo para o aquecimento global. A hipótese era que, ao utilizar essa nova fonte de proteína, que precisa de menos espaço para ser fabricada e tem maior concentração de proteína, o impacto ambiental é menor. Foi realizado um experimento testando as diferentes concentrações de proteína em uma variedade de alimentos. A partir da adição de uma solução de biureto em amostras com os alimentos diluídos, foi possível classificá-los de acordo com sua cor e transparência. Os resultados mostraram que a escala da concentração mais alta para a mais baixa foi: clara de ovo, grilo desidratado, carne vermelha, pepsina e cogumelo. Além do experimento biológico, também foi realizada uma pesquisa pública, que demonstrou que grande parte das pessoas entrevistadas estavam dispostas a mudar sua dieta depois de saber dos impactos positivos que a alimentação a base de insetos pode trazer. Concluiu-se que os artrópodes continham um maior valor nutricional do que a carne utilizada, portanto, incorporar esse tipo de dieta é mais benéfico.

Palavras-chave: Artrópodes; dieta ecológica; grilos.

Abstract

This article explores the inclusion of arthropods as a protein substitute in a daily human diet. Other studies show that the mass production of red meat expels greenhouse effect gases and damages the Earth in an unrepairable way, contributing to global

warming. The hypothesis was that by using this new source of protein, which needs less space to be manufactured and has a higher concentration of protein, the negative environmental impact is much lower. An experiment was held testing the different concentrations of protein in a variety of foods, using biuret and diluting the mashed sustenances to create a chemical reaction to the solution according to their color and clearness. Results showed that the scale from highest to lowest concentration went: egg whites, dehydrated grasshoppers, red meat, pepsin and mushroom. Besides the biological experiment, a public survey was also held to see if people were willing to change their diet after learning about the environmental consequences and it was shown that the participants were indeed open to changing their eating habits. It was concluded that arthropods contained more nutritional value than meat in a smaller quantity, therefore, incorporating this type of diet is more eco-friendly.

Keywords: arthropods; eco-friendly diet; grasshoppers.

Introdução

A pecuária de carne de grande porte, como a bovina e a suína, é uma das atividades humanas que intensificam as mudanças climáticas na atualidade. Isso se deve a dois principais fatores: a liberação pelas vacas de gás metano (CH_4), um dos gases que contribui mais fortemente para o efeito estufa e que vem aumentando significativamente no Brasil (Figura 1); e o desmatamento causado por essa atividade durante o estabelecimento de pastos, quando diversas árvores são derrubadas, o que diminui a captação de CO_2 no ar pelos processos de fotossíntese das plantas (PINSKY, 2020).

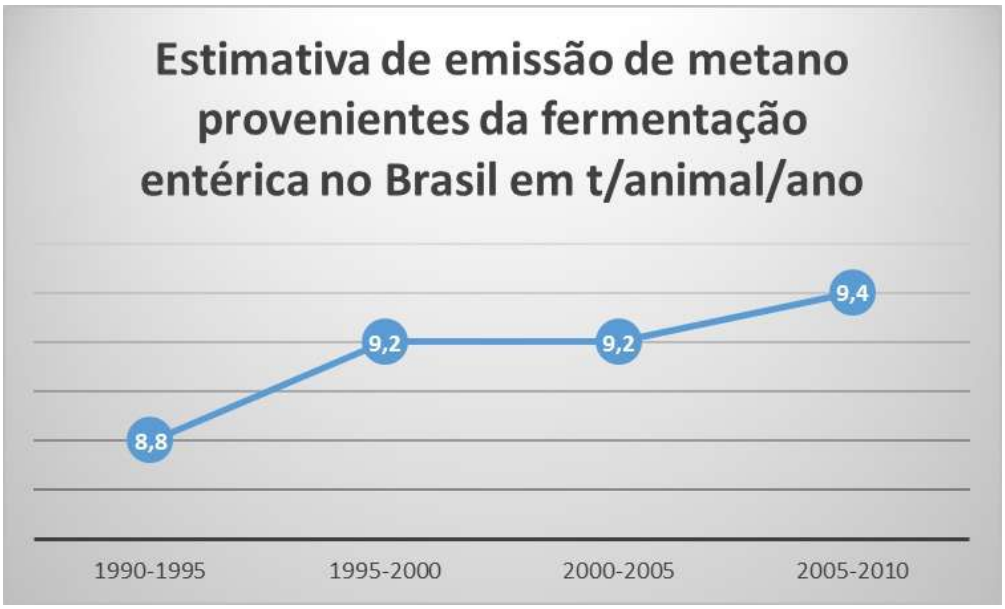


Figura 1: Emissão de gás metano pela população bovina ao longo dos anos. (FERREIRA, 2011)

Ao acentuar o efeito estufa, a temperatura média mundial aumenta junto, podendo causar a extinção de diversas espécies, além do derretimento das calotas polares que leva ao aumento do nível dos oceanos que, por sua vez, pode destruir cidades e ecossistemas litorâneos. As alterações climáticas também ocasionam a desertificação, a alteração do regime das chuvas, a intensificação das secas em determinados locais, a escassez de água, a redução da biodiversidade, a perda de áreas férteis para a agricultura e a disseminação de doenças como a malária e a febre amarela (FRANCISCO, 2022).

Visando à diminuição da atividade pecuária de vertebrados e, assim, à amenização do efeito estufa, o projeto objetiva a substituição parcial e, possivelmente, total da alimentação proveniente da carne de grande porte por uma dieta a base de artrópodes.

Os artrópodes são animais invertebrados pertencentes ao Filo Arthropoda. Entre as suas principais características estão a simetria bilateral e a presença de extremidades articuladas e de um exoesqueleto quitinoso, que lhes confere proteção. Em geral, os artrópodes dividem-se em cinco grupos: aracnídeos, diplópodes, quilópodes, crustáceos, e insetos – sendo este último o mais diverso e importante (SANTOS, 2022).

Em relação aos benefícios ambientais, os artrópodes produzem menos resíduos em comparação às demais fontes de proteína bovina, suína, entre outras consumidas no cotidiano pelo ser humano. A carne oriunda da vaca, por exemplo, nem sempre é utilizada por completo, ocasionando um grande gasto tanto econômico como natural. Além disso, com o iminente crescimento demográfico, a demanda por recursos naturais como terra, água e energia para produzir e consumir carne (do jeito atual), está prevista para dobrar até 2050 para atender a demanda mundial (LOMBARDI *et al.*, 2018).

Além dos artrópodes necessitarem menos espaço para criação, não se precisando desmatar mais áreas florestais, eles têm um ciclo de vida rápido uma vez que se reproduzem facilmente e as fêmeas colocam centenas de ovos por vez, o que favorece a sua produção em grande escala (VILELLA, 2018). Com a maior capacidade de produção por espaço e, consequentemente, uma maior quantidade de produtos em oferta, poderá haver uma certa diminuição de preços e maior acessibilidade nesse tipo de alimento a longo prazo, de níveis regionais a nacionais. Ademais, graças à grande variedade de espécies presente no Filo Arthropoda, a diversidade de proteínas também é muito grande, permitindo assim uma alimentação muito mais completa e sortida.

Dentre os nutrientes necessários para a sobrevivência da espécie humana, a proteína se classifica como um dos mais importantes e os artrópodes são ricos nela. As proteínas determinam a forma e a estrutura das células, além de coordenarem quase todos os processos vitais à vida humana (CHAVES, 2018). Elas apresentam funções essenciais para o funcionamento do organismo, entre elas: conferência de elasticidade e resistência a órgãos e tecidos; defesa contra agentes externos, como vírus e bactérias; produção de determinados hormônios; transporte de substâncias, como o oxigênio o qual é transportado no sangue pela hemoglobina; catálise biológica, por meio de enzimas; e regulação da expressão gênica (CHAVES, 2018).

Insetos comestíveis vêm atraindo bastante interesse em pesquisas ocidentais nos últimos anos devido às suas vantagens nutricionais e ambientais (TAN et al., 2014). Consumidores, porém, continuam adversos a classes de alimentos que não são tradicionalmente considerados comestíveis. Enquanto essa visão de desgosto é mais compartilhada no ocidente, analisando as culturas (em especial orientais, como em regiões do Japão e da Tailândia) que consideram insetos como alimento,

pesquisas recentes buscam obter mais conhecimentos dentro das razões psicológicas e culturais que sustentam a aceitação ou a rejeição desse tipo de comida (TAN et al., 2014).

O consumo de insetos já é praticado por cerca de 40% da população mundial, de 130 países diferentes, concentrados principalmente na região oriental do mundo. Já é comprovada a existência de um certo tabu contra essa alimentação de insetos, por conta da imagem que as pessoas têm de que esses animais são sujos e desagradáveis. Embora não se possa simplesmente ingerir uma barata encontrada na rua, pois provavelmente terá um grande número de microrganismos danosos à saúde humana, quando um inseto é totalmente criado e controlado por profissionais, ele se torna tão consumível quanto as vacas, os porcos e as aves (Canal Rural, 2019).

Essa aversão ao consumo de novos alimentos é chamada de neofobia alimentar. Em relação a insetos, essa fobia é muito comum no mundo atual, no entanto, comidas a base de insetos já são hábitos tradicionais há gerações em aproximadamente 3.000 grupos étnicos distintos. Atualmente, sabe-se da existência de mais de 2.100 espécies de insetos que podem ser consumidas por seres humanos em seu cotidiano, demonstrando a grande disponibilidade dessa fonte alimentícia. Nesse caso em específico, informações sobre os efeitos positivos de seu consumo, de uma perspectiva sustentável e ecológica, servem de influência positiva para os consumidores aceitarem mais o consumo de produtos a base de artrópodes (LOMBARDI et al., 2018).

A partir dessas informações, optamos por orientar-nos pela pergunta: uma dieta a base de artrópodes é suficiente para suprir as necessidades proteicas do ser humano?

Objetivos

Com base no que foi descrito até aqui, os objetivos deste trabalho são:

Objetivo geral:

- Determinar os benefícios de uma dieta humana a base de artrópodes ao meio ambiente e à saúde.

Objetivos específicos:

- Quantificar os nutrientes benéficos à saúde humana presentes em grilos;

- Verificar a aceitação da alimentação a base de artrópodes em uma comunidade;
- Identificar as vantagens da criação de artrópodes em oposição à produção de carne de grande porte;
- Analisar a aceitação da alimentação a base de artrópodes e os impactos que seriam causados na produção atual de carne de acordo com essa porcentagem de aceitação.

Materiais e Método

Com base nesses objetivos, realizou-se o experimento de medição de proteínas em certas substâncias através do uso de biureto. Para isso, utilizou-se seguintes materiais:

1. Carne bovina;
2. Ovo de galinha;
3. Leite de vaca;
4. Grilos desidratados – Imporpet[1];
5. Cogumelos do tipo champignon;
6. Alface fresca;
7. Recipientes para realizar os experimentos – tubos de ensaio e béqueres;
8. Balança alimentícia;
9. Biureto;
10. Água;
11. Pepsina em pó;
12. Conta gotas.

Para realizar o experimento, foram montadas diversas amostras em tubos de ensaio contendo os itens analisados: água (tubo A - controle); grilo desidratado picado (tubo B); leite integral (tubo C); clara de ovo (tubo D); clara e gema misturadas (tubo E); gema de ovo (K); folha de alface cortada (tubo L); carne bovina (tubo M); cogumelo champignon (tubo N); e líquido da carne (tubo O) – todos diluídos, originalmente, em 10 ml de água. Em cada um dos recipientes adicionamos gotas de uma solução de biureto que, ao reagir com as substâncias, adquiriu uma coloração diferente e, com

base nisso, formamos algumas escalas comparando a quantidade de proteínas presente em cada alimento analisado.

No experimento seguinte, montamos 3 escalas, cada qual com três amostras de uma mesma substância (mas em concentrações diferentes) e em cada tubo de ensaio adicionamos 40 gotas de biureto. A primeira escala foi feita com clara de ovo diluída em água, sendo a concentração do primeiro tubo de ensaio 0,04 g/mL, a concentração do segundo 0,02 g/mL e a do terceiro 0,01 g/mL. Esses mesmos níveis de concentração foram utilizados para formar uma escala da proteína pepsina diluída em água e uma escala com o grilo desidratado picado também diluído em água.

Na segunda parte do trabalho, foram entrevistadas 64 pessoas da comunidade bandeirantina (estudantes, professores e funcionários da escola) e, por meio de um questionário online (o questionário pode ser acessado em: <https://forms.gle/CpDnpUCjbS9BG9PG8>), obtivemos informações sobre seus hábitos alimentares assim como sobre a sua disposição a introduzir artrópodes em sua dieta cotidiana. As primeiras perguntas indicaram os seguintes aspectos pessoais de cada indivíduo entrevistado: idade, gênero, escolaridade, renda mensal familiar e religião. Em seguida, fizemos as seguintes perguntas:

- Você já comeu algum inseto em sua vida? [pergunta fechada]
- O quão confortável você se sente com a ideia de inserir insetos na sua alimentação cotidiana? [escala Likert - sendo 1 pouco confortável e 5 muito confortável]
- Se o inseto não ficasse visível na comida, a sua aceitação à ideia de ingeri-los seria maior? [pergunta fechada]
- Se lhe for dada a informação de que uma dieta à base de insetos poderia ajudar a combater as mudanças climáticas e preservar o meio ambiente, o quão confortável você fica com a ideia de introduzir insetos na sua alimentação cotidiana? [escala Likert - sendo 1 pouco confortável e 5 muito confortável]

Para finalizar a pesquisa, os entrevistados tiveram que responder a seguinte pergunta: "Quais das seguintes vantagens da dieta a base de artrópodes te incentivam a considerar a inserção de insetos em sua alimentação?", cujas opções de resposta eram: "Diminuição da emissão de gases poluentes"; "Preservação de áreas florestais"; "Diversificação dos hábitos alimentares"; "Redução do espaço utilizado para a criação

de animais"; "Alto poder nutritivo"; "Estímulo a mais pesquisas sobre artrópodes"; "Menor custo financeiro"; "Maior economia de água"; "Criação caseira"; e "Nenhuma".

Resultados e Discussão

Como se observa na Figura 2, a coloração das amostras apresentou um aspecto problemático uma vez que a diluição dos alimentos foi feita de forma inadequada (as relações entre as quantidades em cada amostra não eram proporcionais) e as amostras não foram suficientemente diluídas, logo, não foi possível ter uma ideia clara de quanto o biureto reagiu com cada comida (as cores originais da maioria dos alimentos prevaleceram iguais após a adição do biureto). Dessa forma, foi necessário repetir o experimento com alimentos mais triturados com padronização de proporções dos ingredientes.

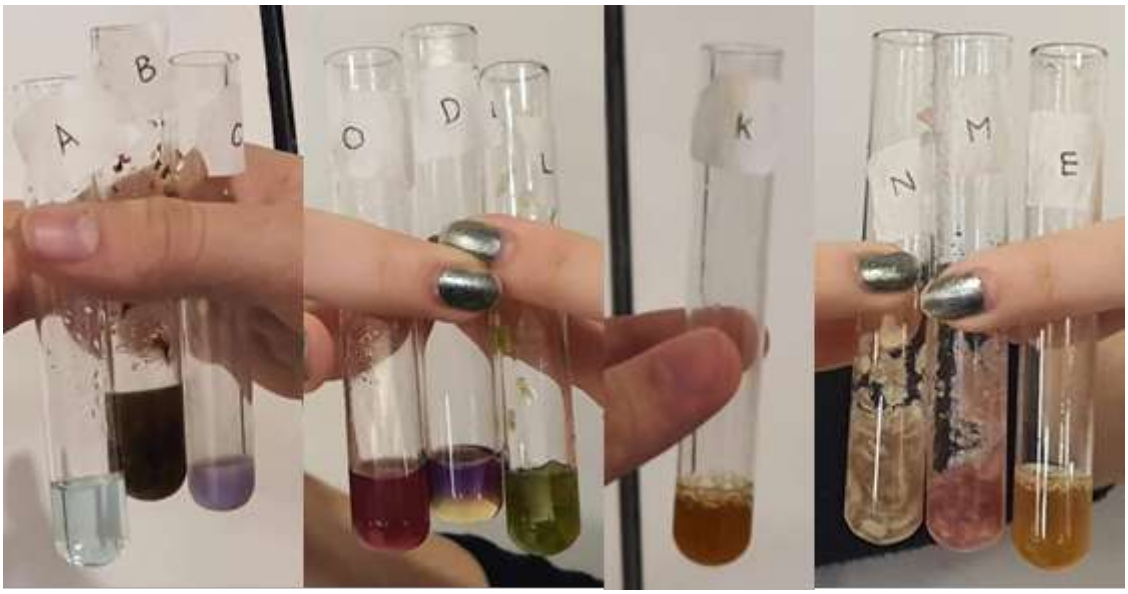


Figura 2: amostras A (água - controle), B (grilo), C (leite), O (líquido da carne), D (clara de ovo), L (folha de alface), K (gema de ovo), N (cogumelo), M (carne bovina) e E (clara + gema) após a adição do biureto.

Visando a um resultado mais preciso, o teste de biureto foi refeito dessa vez com 10 amostras: leite integral (tubo A); gema de ovo (tubo B); cogumelo champignon (tubo D); clara e gema misturadas (tubo F); alface picada (tubo G); grilo desidratado pouco diluído em água (tubo H); grilo desidratado muito diluído em água (tubo I); clara de ovo (tubo J); água (tubo K - controle); e grilo desidratado picado (tubo M). Em uma tentativa de criar uma escala de proteínas para relacionar com o grilo, foi equiparado

o volume das soluções de cada tubo de ensaio, no entanto, como demonstra a Figura 3, ainda não foi possível montar uma escala precisa sobre a concentração de proteínas em cada amostra porque, em alguns alimentos, a cor original prevaleceu sobre o resultado da reação com o biureto.

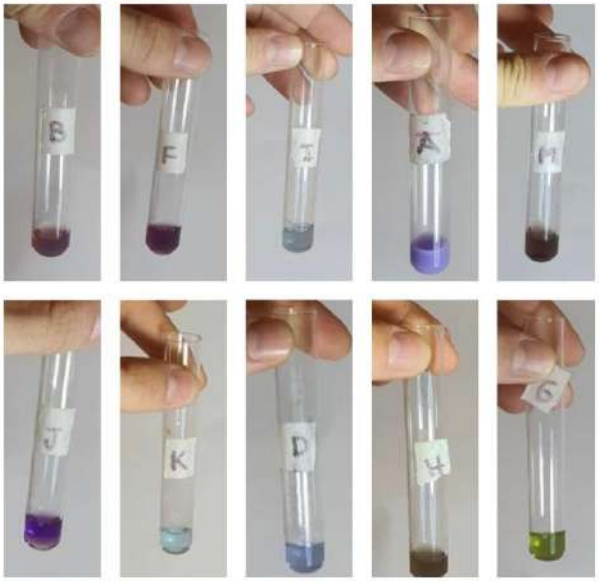


Figura 3: Escala de cores do primeiro teste de biureto: amostras B (gema de ovo), F (clara + gema), I (grilo muito diluído), A (leite integral), M (grilo picado), J (clara de ovo), K (água - controle), D (cogumelo), H (grilo diluído) e G (alface) após a adição do biureto.

As três escalas (clara de ovo, grilo desidratado e pepsina, todos diluídos em água) montadas no experimento seguinte estão presentes na Figura 4.

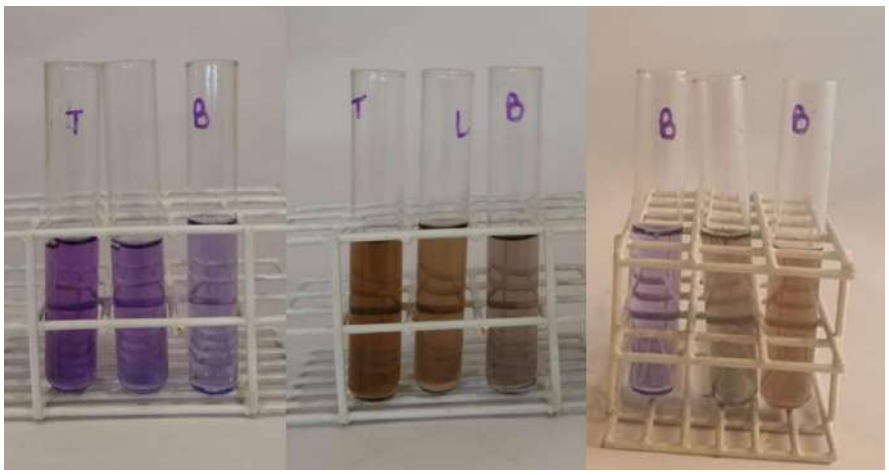


Figura 4: À esquerda, escala feita com a clara de ovo. No centro, escala feita com o grilo desidratado. À direita, escala feita

com a pepsina. Nas três imagens, as amostras possuem concentração de 0,04 g/mL, 0,02 g/mL e 0,01 g/mL, respectivamente.

A partir da escala montada com diferentes concentrações de clara de ovo, pudemos comparar a quantidade de proteínas presentes no grilo, na pepsina e no cogumelo champignon criando uma escala. Para isso, diluímos em diferentes tubos de ensaio a carne, o grilo, a pepsina, o ovo e o cogumelo em água, de modo a ter duas amostras com 0,04 g/mL de cada, e adicionamos 40 gotas de biureto. Na Figura 5, é possível notar-se que a amostra com a carne bovina apresenta a cor mais escurecida e, portanto, possui a maior concentração de proteínas em relação a todas as outras amostras. Além disso, ao comparar o tubo de ensaio com o cogumelo e o tubo com a mesma concentração de clara de ovo, por conta da coloração mais escura deste, pode-se concluir que o cogumelo analisado apresenta uma quantidade menor de proteínas do que a clara. Assim, por conta da coloração da clara ser semelhante à do grilo enquanto esse está em uma concentração maior, ao mesmo tempo em que a coloração da clara se iguala à da pepsina quando aquela está em uma concentração menor, pode-se determinar que que a ordem decrescente (em relação à concentração de proteínas) seria: ovo, grilo, pepsina e carne.

Figura 5: da esquerda para a direita, a amostra de cogumelo, a amostra de carne e a escala com clara de ovo montada anteriormente (3 últimos tubos de ensaio).

Ao todo, realizamos a pesquisa com 64 pessoas presentes no Colégio Bandeirantes. O questionário foi dividido em duas partes: aspectos pessoais e perguntas relacionadas ao projeto. Os gráficos 1 e 2 foram obtidos da primeira parte da pesquisa, enquanto o gráfico 3 foi retirado da segunda parte do questionário. Já os gráficos 4, 5, 6 e 7 foram montados por meio de um cruzamento de dados entre as duas partes da pesquisa.

Como mostrado no Gráfico 1, entre as pessoas entrevistadas, 53% foram homens e 47% foram mulheres – 0% se identificavam com algum gênero não-binário.

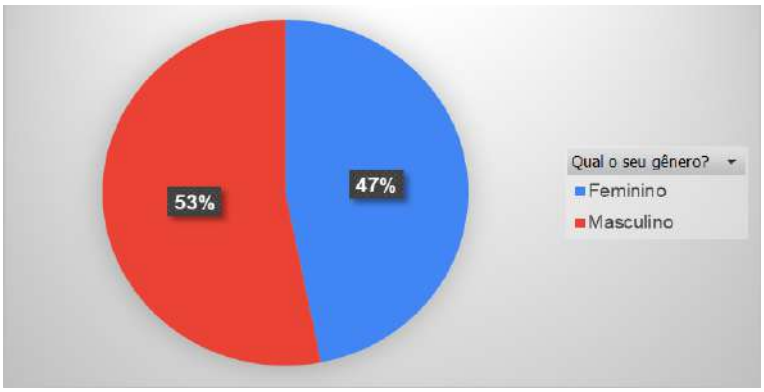


Gráfico 1: proporção entre os gêneros das pessoas entrevistadas.

A maior parte dos participantes da pesquisa (38%) possui o Ensino Médio incompleto, enquanto apenas 3% possui o Ensino Superior incompleto.

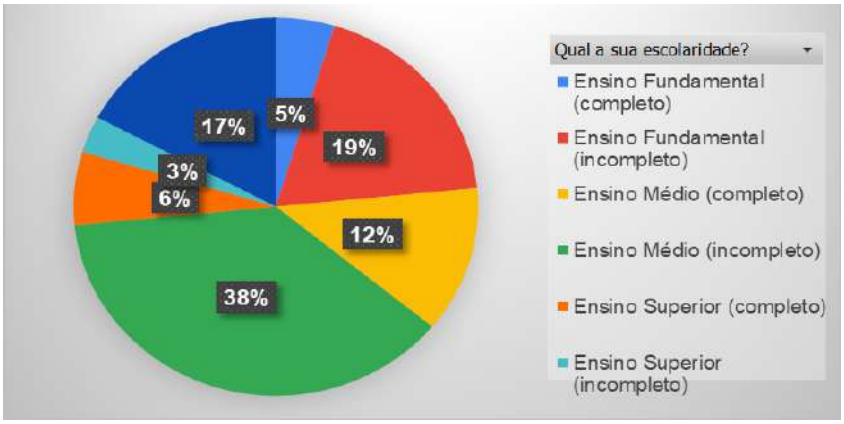


Gráfico 2: proporção entre os níveis de escolaridade das pessoas entrevistadas.

Entre os fatores que incentivam as pessoas a introduzirem os artrópodes em sua dieta, a preservação de áreas florestais, com aproximadamente 55% das

escolhas, foi o principal motivo pelo qual os participantes aceitariam inserir insetos em suas alimentações. Já a criação caseira foi a menos escolhida, com apenas cerca de 19% das escolhas.

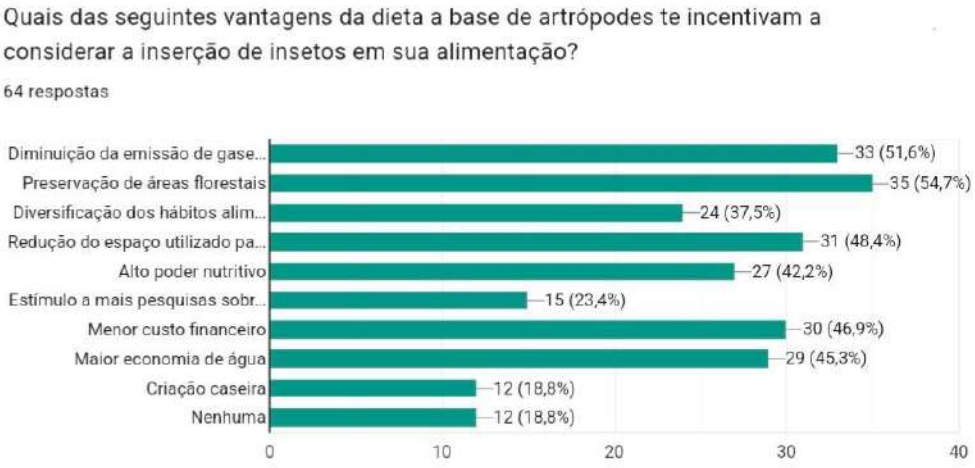


Gráfico 3: resultado da última pergunta do questionário.

O Gráfico 4 mostra que a maioria das pessoas, depois que souberam das vantagens de inserir artrópodes da dieta humana, aumentaram seu nível de aceitação dessa proposta.

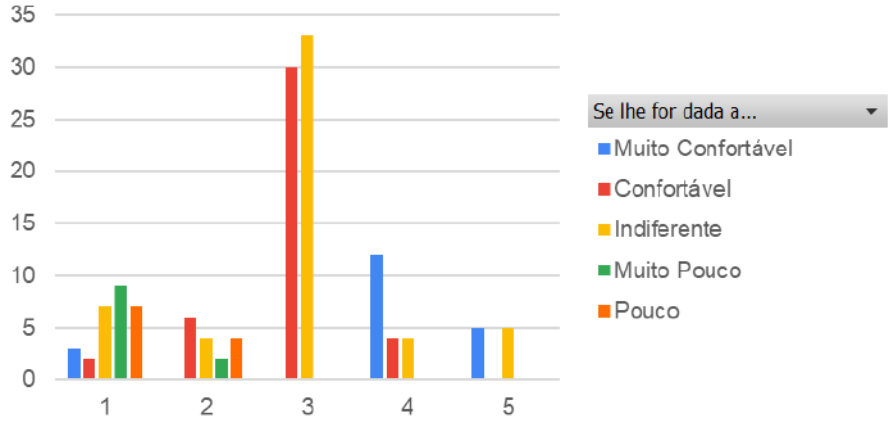


Gráfico 4: cruzamento entre os resultados da segunda e da quarta pergunta da segunda parte da pesquisa (as duas perguntas que utilizamos a escala Likert).

A partir do gráfico 5, pode-se inferir que as pessoas católicas e as que não possuem religião são aquelas que mais aceitariam inserir artrópodes em sua dieta.

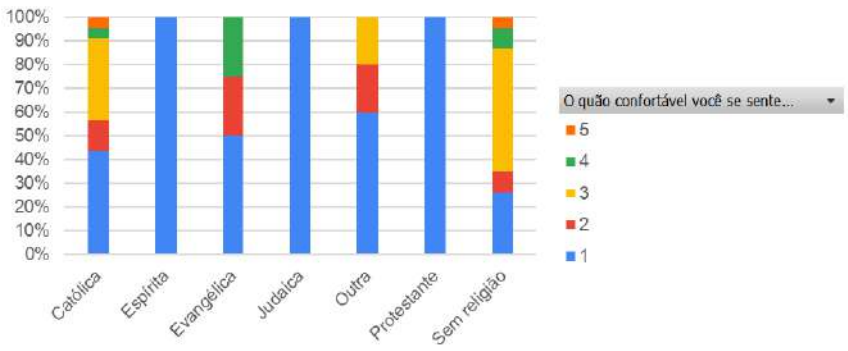


Gráfico 5: cruzamento entre as religiões das pessoas entrevistadas e os resultados da segunda pergunta da segunda parte da pesquisa.

O gráfico 6 demonstra que, entre os gêneros feminino e masculino, o segundo é o que mais alegou já ter comido algum inseto durante a vida.

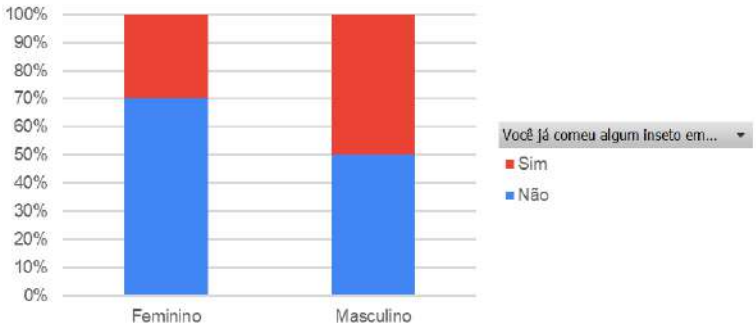


Gráfico 6: cruzamento entre os gêneros das pessoas entrevistadas e os resultados da primeira pergunta da segunda parte da pesquisa.

Como pode ser notado no Gráfico 7, das pessoas que falaram que já comeram grilos, a maioria possui de 10 a 20 salários mínimos, enquanto a maioria de quem disse que nunca comeu possui de 0 a 3 salários mínimos.

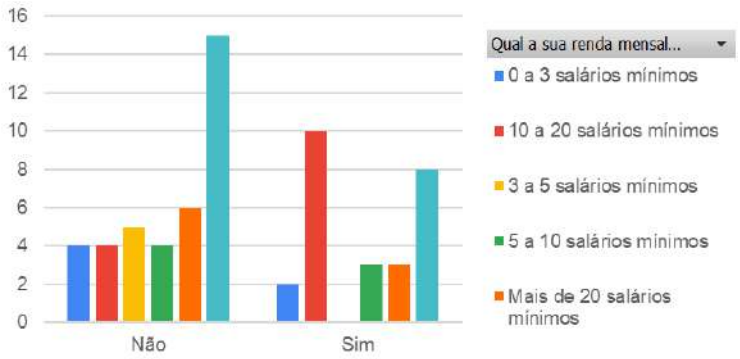


Gráfico 7: cruzamento entre a renda média familiar das pessoas entrevistadas e os resultados da primeira pergunta da segunda parte da pesquisa.

O primeiro obstáculo que enfrentamos durante a coleta dos resultados foi a diferença de cor gerada pelas diferentes amostras, complicando a comparação entre elas. Porém, ainda é possível analisar as amostras vendo a opacidade gerada na substância após a aplicação de biureto. Analisando os resultados das figuras 4 e 5, através da opacidade e degradação de cor, é possível criar uma escala de proteínas, em ordem decrescente: clara de ovo, grilo desidratado, carne bovina, pepsina e cogumelo.

Visto que a coloração do grilo de concentração 0,01 g/ml é semelhante à da pepsina com concentração de 0,002g/ml, podemos assim concluir que grilo possui uma quantidade de proteína maior que a pepsina. Além disso, como 0,04g/ml de pepsina tem uma coloração semelhante à do ovo com sua concentração de 0,01g/ml, pela mesma lógica anterior, o ovo também tem mais proteína que a pepsina, por consequência, que o grilo também. E, considerando que a carne tinha um volume maior para a mesma quantidade de biureto, nesse experimento a carne tem menor de concentração de proteínas que o grilo uma vez que o primeiro obteve uma cor parecida com a da pepsina na mesma concentração de 0,04g/ml

A respeito dos gráficos, a maioria dos participantes da pesquisa foram homens e 50% deles já consumiram insetos durante o decorrer de sua vida. 38% das respostas indicaram que o nível de escolaridade que apareceu com maior frequência foi o Ensino Médio incompleto, isso se dá pelo fato de que o formulário foi majoritariamente respondido por alunos do segundo ano do colegial. As religiões que se sentem mais desconfortáveis com a ideia de ingerir artrópodes em sua dieta diária são, de acordo com o gráfico 5, a protestante, a espírita e a judaica.

Quando perguntado se essas pessoas comeriam insetos, a maioria das pessoas que optariam por não comer, não tem noção de sua renda média familiar, enquanto a maioria que comeria tem de 10 a 20 salários mínimos. Algumas pessoas que não comeriam artrópodes normalmente acabaram mudando a sua opinião ao saber os benefícios (principalmente a preservação das áreas florestais, a diminuição da emissão dos gases do efeito estufa e a redução do espaço utilizado para criação) que esse meio de alimentação pode trazer, assim, alterando sua disponibilidade para muito confortável ou confortável.

Conclusão

Com esse experimento, mesmo com um dado alterado (no qual a concentração de biureto, em relação à carne, foi menor do que a dele nas outras substâncias, logo, o resultado obtido a partir desse alimento não foi proporcional aos outros testados), foi provado que o grilo possui maior concentração de proteína que a carne, demonstrando assim que, em valores nutricionais, seria uma alternativa de alimentação mais benéfica.

A entomofagia, o uso de insetos como fonte de alimento, sejam eles produzidos *in natura* ou processados, além de ampliar a imunidade e resistência dos órgãos, também auxilia na catálise biológica e regulação de expressão gênica (CHAVES, 2018). Entretanto, a neofobia causada pela falta de informação ou crença em informações equivocadas pode prejudicar esse novo mercado que trará grandes vantagens para o mundo e a humanidade.

A partir da pesquisa social realizada foi possível observar que, a não ser pela religião, os indivíduos entrevistados não possuem tantos dogmas e preconceitos proporcionando assim uma melhor aceitação a uma alimentação que inclui artrópodes. Contudo, em uma perspectiva geral, a dieta não foi muito aceita na pesquisa, portanto, são necessárias diversas campanhas de conscientização sobre o assunto antes de implantar essa dieta na sociedade.

Referências

- CASA RURAL. **Exposição em SP tenta quebrar tabu alimentar com degustação de insetos**. Canal Rural, 2019. Disponível em:

<https://www.canalrural.com.br/noticias/exposicao-em-sp-tenta-quebrar-tabu-alimentar-com-degustacao-de-insetos/>. Acesso em: 25/03/2022.

- CHAVES, Ana. **Funções das Proteínas**. Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Química e Geociências, Departamento de Bioquímica, RS, Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://wp.ufpel.edu.br/aquitembioquimica/files/2018/06/Resumo-sobre-Fun%25C3%25A7%25C3%25B5es-das-Prote%25C3%25ADnas.pdf&ved=2ahUKEwiEldfnkrn3AhX7L7kGHX7PDLIQFnoECAQQBg&usg=AOvVaw0tB5f-cy4NIHFh5L_3NZuQ>. Acesso em: 29/04/2022.
- FERREIRA, Renata. **Emissão de Gás Metano por Bovinos de leite em exposições/feiras**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/39186/R%20-%20E%20-%20RENATA%20CRISTINE%20SENGER%20FERREIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25/03/2022.
- FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **Consequências do Aquecimento Global**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/consequencias-do-aquecimento-global.htm>. Acesso em: 15/06/2022.
- LOMBARDI, Alessia; VECCHIO, Riccardo; BORRELLO, Massimiliano; CARACCIOLO, Francesco; CEMBALO, Luigi. **Willingness to pay for insect-based food: The role of information and carrier**. Food Quality and Preference, v. 72, mar. 2019, p. 177-187. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329318305226>. Acesso em: 09/03/2022.
- PINSKY, Vanessa. **Aquecimento Global: O que é, Causas e Consequências**. FIA Business School, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/aquecimento-global/>. Acesso em: 21/09/2022.
- PREMALATHA, M., ABBASI, TASMEEM, ABBASI, S.A. **Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation: The use of edible insects**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 15, dec. 2011, p. 4357-4360. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032111003625#!>. Acesso em: 09/03/2022.

- SANTOS, Helivania Sardinha dos. **Artrópodes**. Biologia Net, zoologia. Disponível em: <https://www.biologianet.com/zoologia/artropodes.htm>. Acesso em: 23/09/2022.
- TAN, H.S.G.; FISCHER, A.R.H., TINCHAN, P.; STIEGER M; STEENBEKKERS, L.P.A.; VAN TRIJP, H.C.M. **Insects as food: Exploring cultural exposure and individual experience as determinants of acceptance**. Food Quality and Preference 42, p. 78-89, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329315000221>. Acesso em: 09/03/2022.
- VERKERK, M. C.; TRAMPER J.; VAN TRIJP J,C,M,; MARTENS D.E. **Insect cells for human food, biotechnology advances**. v. 25, n. 2, p. 198-202, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S073497500600142X>. Acesso em: 09/03/2022.
- VILELLA, L. **Produção de insetos para uso na alimentação animal**. UFRGS, p. 7-15, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/180588/001072223.pdf?sequence=1&is>. Acesso em: 29/04/2022.
- [1] Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1868937926-grilo-desidratado-imporpet-35g-_JM>.

Plantação em um solo análogo ao de Marte

Davi Andriolo, Felipe Meireles, Luis Escobar, Rafael Noronha
Professor(a) orientador(a): Renato Villar, Mariane Cavalheiro
Colégio Bandeirantes

Resumo

Nos últimos anos, o número atitudes que degradam o planeta terra aumentaram muito e não se sabe quanto tempo a Terra vai durar. Com isso, foi decidido que um teste sobre a possibilidade de plantar em um solo marcial deve ser realizado. O teste foi baseado na comparação entre o crescimento das plantas no solo da Terra e no solo de Marte, que tem a adição de 20% de ferro óxido ao solo comum (Terra), o feijão carioca foi a planta escolhida, este que é um alimento visto nos lares mais brasileiros. Os resultados mostraram que a feijão carioca foi capaz de crescer no solo marcial, mas não com todo o seu potencial comparado a ele em solo terraqueo. Em dados, o feijão carioca teve um crescimento de 40% em relação a ele no solo comum (Terra) devido seu ph. Em conclusão, pode-se constatar que a solo de Marte tem o mesmo potencial agrícola que o solo do planeta Terra, porém esse potencial só pode ser alcançado com o tratamento certo.

Palavras-chave: (Planta; solo marcial; agricultura em solo ferroso).

Abstract

In recent years, the number of attitudes that degrade the planet time has increased a lot and it is not known how long the Earth will last. With that, it was determined that a test on the possibility of planting in a martial soil should be carried out. The test was compared in the comparison between the growth of plants in the soil of Earth and in the soil of Mars, which has the addition of 20% of iron oxide to the common soil (Earth), the carioca was the chosen plant, which is a food seen in most Brazilian homes. The results with all soil that can be cario bean growing in martial soil, but not with its potential compared to it in terraqueo. In data, the carioca bean had

a growth of 40% in relation to it in the common soil (Terra) due to its ph. In conclusion, conclusion, it can be seen that soil soil can have the same agricultural potential as only the planet, but this soil potential can be useful for the right treatment.

Keywords: (Plant; martial ground; agriculture).

Introdução

Nos últimos anos, a presença de atitudes que degradam o planeta terra, como: aquecimento global, poluição do ar, poluição da água, poluição do solo e esgotamento de recursos naturais vem aumentando muito. De acordo com a Organização das Nações Unidas 92% de todas a pessoas do planeta vivem em lugares onde a qualidade do ar está fora dos padrões da OMS (Organização Mundial da Saúde) (ONU,2016) e além disso a organização das nações unidas para Agricultura e alimentação, (FAO, 2016) diz que a poluição em grande parte é causada pelo grande uso deprodutos químicos nos solos e devido a isso cerca de um terço dos solos de todo o mundo estão degradados devido a falta de manejo e também dezenas de bilhões de solos são perdidos por ano. Na questão da água, conforme a Agência Nacional de Águas cerca de 83.450 quilômetros de rios estão poluídos no Brasil (ANA, 2021), comotambém segundo a ONU a falta de água potável causa 80% das mortes nos países mais pobres (ONU, 2017), ou seja, subdesenvolvidos, o que é algo extremamente alarmante e faz pensar sobre a possibilidade de uma mudança permanente para Marte,o planeta vermelho. Mas para isso seria necessário começar com uma das coisas mais básicas humanas, a alimentação, dessa forma pensando que as plantas são a basedas fontes nutricionais do ser humano e de outros animais, fica claro que o processo deplantação é algo de grande importância e que deve ser estudado para ser implantado da melhor forma em Marte.

Diante disso, a ida para Marte se torna uma das opções mais viáveis para que não haja uma extinção da raça humana diante de tantas problemáticas ambientais sofridas e infelizmente muitas causadas por ela mesma. Lamentavelmente o solo de Marte não tem nutrientes ou microorganismos que tornam possível o crescimento de vegetais e sem contar com a radiação extrema, ausência de chuva e atmosfera diferente

da terra que faz com que esse processo fique mais difícil ainda. Dessa forma, pode-se concluir que ideias que possibilitem a plantação em Marte devem ser exploradas, desenvolvidas e melhor pesquisadas.

Então com todos esses objetivos em mentes os pesquisadores da NASA, está em produção de um alimento bio regenerativo, que seria, um tipo de alimento natural que consegue se auto produzir com a recuperação do próprio solo utilizado. Os alimentos bio regenerativos conseguem assim abrir grandes margens à NASA, para assim, produzir a primeira fonte agrícola em Marte, descoberto pelos pesquisadores daNASA.

Esse processo traz muitas vantagens como abandonar alimentos embalados, o aumento da duração de suas missões, pois vivendo pela agricultura em Marte você consegue passar mais do que o dobro de tempo do que uma missão com alimentos contados pela estimativa de tempo da viagem. Uma redução em massa da produção de alimentos embalados, aumentando o armazenamento da aeronave, ou o uso de um veículo menor e menos propulsora para apoiar a missão. A produção de seu sistema fechado pode fazer com que os astronautas passem a viver no planeta vermelho sem os seus trajes, pois dentro da estufa teria uma grande quantidade de oxigênio produzida pelas plantas, que também podem ser utilizadas como alimentos.

Infelizmente tudo que apresenta vantagens também tem desvantagens, que são, a dependência da plantação funcionar, pois um sistema alimentar bio regenerativocorre o risco de escassez de alimentos é introduzido em missões espaciais que dependem de um sistema de alimentos bio regenerativos para provisões da tripulação. Caso ocorra falha de colheita em grandes porções de uma área de cultivo, o suprimento de alimentos pode se tornar inadequado para atender às necessidades nutritivas da tripulação. Esse risco não é considerado relevante para missões atuais que dependem de um sistema de alimentos pré-embalados, pois o suprimento de alimentos e seus backups são fornecidos às tripulações antes do início da missão. Se oprocesso falhar terão que ser utilizadas equipamentos reservas ou até de outra parte da produção para consertar a plantação.

O preparo desses tipos de plantação leva um cuidado maior, então a agricultura iria entrar na parte de estudo de todos os astronautas da NASA, para que a missão ocorra em perfeitas condições. Os astronautas que vão para essa missão também teriam

que estudar a montagem adequada de uma estufa muito maior que provavelmente alguns deles iriam viver nelas.

Isso tudo está em processo de desenvolvimento então, os alimentos estão em preparo e estão sendo testados por cientistas de alto nível da NASA e da AFT, para que não ocorra nenhum problema durante a missão por causa da própria planta, e alguns astronautas que estejam interessados em fazer essa missão totalmente arriscada é importante para o futuro da globalização de Marte.

Figura 2: Estufa adequada

Com base em tudo que foi visto e estudado, foi feito um pensamento de como produzir algo com que, seres humanos, conseguem produzir comida em Marte de forma natural. Como mencionado em parágrafos anteriores a plantação em Marte, não é mais algo impossível de se fazer, pois foi possível plantar em solos arenosos, que seria o mesmo do planeta vermelho, assim criando uma certa possibilidade de se fazer uma plantação em Marte. Também mencionado que, para poder fazer isso, é necessário algumas estufas que deixariam uma temperatura mais adequada para o solo que fica em melhor estado para o crescimento de plantas no local. Com essas informações pode-se ter uma base para plantar algo em Marte, mas o que iria-se plantar? A resposta mais próxima que grupos de cientistas chegaram, foi junto com a NASA e a Advenced Food Technology (AFT), que traduzindo para o português ficaria tecnologia alimentar avançada, estão pensando em comidas que consigam fazer com que uma missão mais duradoura ou que os seres humanos consigam sair da pequena orbita terrestre e descobrir mais coisas além disso. Sem contar que o AFT também pretende sair desse método de alimentação por embalagens, que são refrigeradas por freezers nas naves, e criar algo totalmente novo.

Então com todos esses objetivos em mentes os pesquisadores da NASA, está em produção de um alimento bioregenerativo, que seria, um tipo de alimento natural que consguem se produzir com a recuperação do próprio solo utilizado. Os alimentos bioregenerativos conseguem assim abrir grandes margens a NASA, para assim conseguirmos, produzir nossa primeira fonte agricola em Marte.

Esse peocesso traz muitas vantagens como abandonar alimentos embalados, o aumento da duração de suas missões, pois vivendo pela agricultura em Marte você

consegue passar mais do que o dobro de tempo do que uma missão com alimentos contados pela estimativa de tempo da viagem. Uma redução em massa da produção de alimentos embalados, aumentando o armazém da aeronave, ou o uso de um veículo menor e menos propulsore para apoiar a missão. A produção de seu sistema fechado pode fazer com que os astronautas passem a viver no planeta vermelho sem os seus trajes, pois dentro da estufa teria uma grande quantidade de oxigênio produzida pelas plantas, que também podem ser utilizadas como alimentos.

Infelizmente tudo que apresenta vantagens também tem desvantagens, que são, a dependência da plantação funcionar, pois um sistema alimentar bioregenerativo corre o risco de escassez de alimentos é introduzido em missões espaciais que dependem de um sistema de alimentos bioregenerativos para provisões da tripulação. Caso ocorra falha de colheita em grandes porções de uma área de cultivo, o suprimento de alimentos pode se tornar inadequado para atender às necessidades nutritivas da tripulação. Esse risco não é considerado relevante para missões atuais que dependem de um sistema de alimentos pré-embalados, pois o suprimento de alimentos e seus backups são fornecidos às tripulações antes do início da missão. Se oprocesso falhar teram que ser utilizadas equipamentos reservas ou até de outra parte da produção para concertar a plantação.

O preparo desses tipos de plantação leva um cuidado maior então agricultura iria entrar na parte de estudo de todos os astronautas da NASA, para que a missão ocorra em perfeitas condições. Os astronautas que vão para essa missão também teriam que estudar a montagem adequada de uma estufa muito maior que provavelmente alguns deles iriam viver nelas.

Isso tudo está em processo de desenvolvimento então, os alimentos estão em preparo e estão sendo testados por cientistas de alto nível da NASA e da AFT, para que não ocorra nenhum problema durante a missão por causa da própria planta, e alguns astronautas que estejam interessados em fazer essa missão totalmente arriscada é importante para o futuro da globalização de Marte.

É explícita a indigência de plantações marcianas para a ocupação do planeta vermelho, porém o solo de Marte é árido, ou seja, extremamente pobre em matéria

orgânica, assim dificultando a absorção de água pelo terreno e assim também a cultivação de qualquer espécie.

Contudo, é possível modificar a terra árida para um cultivo mais sadio. Com a tecnologia da Liquid Nano Clay (LNC) é possível modificar a solo irrigando-o com o produto para que retenha mais água, tornando-o similar a um solo arenoso e então fértil. Alguns cuidados serão necessários para uma boa produção na possível colônia.

Cuidados do solo

Figura 3: “Homem transformando deserto com LNC”

A adubação e a rotação cultural também serão técnicas que serão utilizadas para manter os nutrientes necessários para cultivo. A calagem para neutralizar o alumínio na superfície marciana presente com calcário, elevando o pH e assim liberando cálcio e magnésio para as plantas. O solo também precisará de um manejo maior pois sua

adesão a fósforo é menor devido a falta de argila e silte presentes, oque acarreta em uma baixa adsorção ao elemento, esse problema extra é compensado pela menor necessidade de calcário para correção da acidez. E com essa base, será feito um estudo onde o solo marciano será reproduzido e testado quanto a seu usopara o cultivo de diferentes culturas e permaculturas. (CETENO, et al., 2017)

Plantações com atmosferas artificiais em marte

As expedições futuras a marte tem como objetivo não só a exploração doplaneta, porem também a habitação do mesmo, e um dos grandes problemas que vem com esta questão da grande expedição são os alimentos; como seria feito para levar tanto alimento para marte, e a resposta seria de que não levaríamos tudo, pois haveria uma plantação neste planeta.

Figura 4: Estufa do filme “perdido em marte” (meramente ilustrativa)

Existem algumas dificuldades que podemos observar caso aprofundemos neste tema da agricultura é uma atmosfera favorável para que as plantas tenham um desenvolvimento adequadamente. Quanto mais avançamos no mundo da ciência e da astronomia percebemos o quão importante é a vegetação para a vida humana, transformando o dióxido de carbono em oxigênio e criam água e alimento. A ideiaprincipal desta parte do trabalho é demonstrar o que temos como visão de uma boa plantação em marte, o que queremos fazer o espectador visualizar é um certo tipo, variante de estufa onde o ambiente inteiro desta será completamente favorável para as plantações de alimentos e outros tipos de vegetação necessárias para nosso mantimento no planeta.

Neste ambiente favorável iremos nos especializar em uma parte neste trecho de nosso trabalho, a atmosfera favorável para as plantações. Para criar este ambiente é necessário água e para criar esta molécula é necessário inflamar os átomos de oxigênio e hidrogênio porém as medidas precisam ser muito exatas,

pois caso haja algum erro pode resultar em grandes desastres como até mesmo uma explosão. Para esta estufa funcionar seria necessário este mecanismo para a criação de água e para isso energia, necessitaria para gerar a energia algum tipo de captador e neste caso de marte o melhor para transportação e geração seriam os painéis fotovoltaicos, ou seja, painéis solares. (COSTA DE BEAUREGARD, 2019)

Objetivos

Objetivo Geral:

- Testar a possibilidade de cultivo em solo marciano

Objetivos Específico:

- Identificar a composição do solo de marte
- Reproduzir o solo com materiais do nosso planeta
- Preparar o solo fabricado para cultivo de cultura desejada
- Analisar o crescimento da espécie escolhida em diferentes condições

Materiais e Método

- 8 sementes de agrião
- 1 Kg Terra
- 600g de areia
- Água, para manter a planta viva
- Húmus de minhoca
- 100g óxido de ferro
- 6 vasos de pequeno porte

Serão usar 165 gramas de terra e 1 semente em cada vaso que resultariam em um total de 495 gramas de terra, mais 16,5 gramas de adubo em cada vaso para representar o solo da Terra, será criado um solo semelhante ao de Marte, utilizando 165 gramas de terra 1 semente em cada vaso resultando em um total de 495 gramas de terra, 245 gramas de areia, certa porcentagem de óxido de ferro e 16,5 gramas de adubo em cada vaso para tentar se semelhar o máximo possível ao solo do planeta vermelho. Depois da construção dos ambientes irá sempre ser regado e cuidado da

plantação para que elas cresçam corretamente e comprovem se a hipótese está correta.

Resultados e Discussão

Sobre os primeiros resultados pode-se falar que houve alguns erros no quesito de reprodução do experimento. Em primeiro lugar foi feito o solo com uma proporção de em torno 30% terra e 70% areia (era para ser 50 e 50) e mais tarde foi adicionado o húmus de minhoca o qual foi de fácil manipulação. Em outro dia foi comprado o agrião em forma de muda e foi adicionado no solo, em primeira instancia o agrião pareceu ter ficado bem adaptado ao solo, mas dias depois ele acabou murchando. Devido a isso o grupo acha que o que ocorreu foi que o agrião estava acostumado com um solo muito adubado e própio para o crescimento de alimentos para consumo, então acha-se que o melhor que pode ser realizado é a utilização de sementes ao invés de mudas, para que assim haja eficácia no plantio.

Imagem 1: Imagem 2:

Figura 1: Agrião logo após a plantação, onde estava firme.

Figura 2: Agrião após alguns dias, onde ficou murcho.

Resultados:

Primeira tentativa:

Com o decaimento do agrião o grupo teve que repensar o experimento como um todo. Além do desenvolvimento de um sistema de irrigação também houve a troca do agrião para o feijão. Com o novo sistema os feijões conseguiram se desenvolver bem em solo terrestre, porém chegaram somente a germinar no solo alienigena.

Imagem da plantação.
Nota-se que apesar da imagem não conseguir demonstrar os feijões no solo marciano (nos 3 potes superiores) chegaram a germinar.

Sistema de irrigação:
Consiste em deixar os vasos sobre um container com água. Assim o solo permanece úmido.

Discussão:

Com base nos nossos resultados obtidos e pesquisas feitas, conseguiu-se concluir, a plantas apenas brotaram em um solo marciano, porém não conseguiram se desenvolver, podendo relacionar essa ocorrência a presença de oxido de ferro no solo marciano. Isso ocorre, pois a oxidação do ferro em excesso causa a redução no crescimento, e consequentemente, na produtividade das plantas.

Conclusão

Os feijões se desenvolveram bem no solo fértil, porém tiveram seu desenvolvimento reduzido no solo com óxido de ferro. O grupo concluiu que o óxido de ferro diminuiu o Ph da terra, o que foi confirmado após os testes nos solos que

confirmaram o Ph 5 do solo marciano. Sendo assim, conclui-se que o solo de Marte pode ser usado para cultivo após um tratamento no solo para corrigir o pH.

Referências

- CENTENO, Luana; GUEVARA, Miguel; CECCONELLO, Samanta; SOUSA, Rogério; TIMM, Luís. TEXTURA DO SOLO: CONCEITOS E APLICAÇÕES EM SOLOS ARENOSOS. Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade, Pelotas, V.4, Jul. 2017, p. 31-37. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID531/v13_n5_a2018.pdf>. Acesso em: 16/03/2022.
- COSTA DE BEAUREGARD, Raphaëlle. Mapping Agriculture on Mars. French Journal of English Studies, 2019, p. 287- 298. Disponível em: < https://journals.openedition.org/caliban/6558>. Acesso em: 17/03/2022.
- PERCHONOK, Michele; COOPER, Maya; CATAURO, Patricia. Mission to Mars: Food Production and Processing for the Final Frontier. Annual Review of Food Science and Technology, V.3, November. 2011, p. 311-330. Disponível em:
- <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-food-022811-101222>. Acesso em: 15/03/2022.
- Estudo revela que 30% dos solos do mundo estão degradados. Embrapa, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14343883/estudo-revela-que-30-dos-solos- do-mundo-estao-degradados>. Acesso em dia: 23/03/2022.
- Qual o maior problema dos recursos hídricos do Brasil?. Ecoresponse, 2021. Disponível em: <https://www.ecoresponse.com.br/blog/noticia-interna/problema-hidricos-232#:~:text=Nosso%20pa%C3%ADs%20possui%20hoje%2083.450,com%20poluI%C3%A7%C3%A3o%20de%20rios%20brasileiros>. Acesso em dia: 23/03/2022.
- Contaminação das águas - Poluição causa 80% das mortes em países pobres. Educação.uol, 2015?. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/contaminacao-das-aguas-poluicao-causa- 80-das-mortes-em-paises-

pobres.htm#:~:text=De%20acordo%20a%20Organização%20das,mais%20os%20pa%C3%ADses%20em%20desenvolvimento>. Acesso em dia: 23/03/2022.

- LIQUID NATURAL CLAY TREATMENT. DESERTcontrol, 2020?. Disponível em:<https://www.desertcontrol.com/liquidnanoclay>. Acesso em dia: 19/03/2022.

Imagens:

- Imagem1: SILVER, Katie. Poluição mata mais de 100 mil pessoas por ano no Brasil, diz relatório, 2017. Disponível em:<https://www.bbc.com/portuguese/geral-41692503>. Acesso em dia: 23/03/2022.
- Imagem 2: Terraformação de Marte. Wikipédia, 2015?. Disponível em:<https://pt.wikipedia.org/wiki/Terraforma%C3%A7%C3%A3o_de_Marte>. Acesso em dia: 19/03/2022
- Imagem 3: LIQUID NATURAL CLAY TREATMENT. DESERTcontrol, 2020?. Disponível em:<https://www.desertcontrol.com/liquidnanoclay>. Acesso em dia: 19/03/2022.
- Imagem 4: MACHADO, Roberta. Marte: com ajuda da Nasa, filme mostra dificuldades de missões tripuladas. Correio Braziliense, 2015. Disponível em:< https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2015/09/27/interna_ciencia_saude,500281/marte-com-ajuda-da-nasa-filme-mostra-dificuldades-de- missoes-tripuladas.shtml>. Acesso em dia: 17/03/2022.

Plantação no solo simulado de Marte

Arthur Jalil, Joao de Sousa, Marco Antonio, Murilo Bonomi, Rafael Ostronoff

Professoras orientadoras: Marta Rabello e Lucianne Leigue.

Colégio Bandeirantes

Resumo

Devido a estudos e pesquisas que comprovam que o planeta Terra tem problemas irreversíveis, pensa-se na possibilidade de se mudar para outros planetas no futuro, como Marte, planeta cheio de óxido de ferro em seu solo. Com este artigo, foi possível analisar o comportamento de uma semente de rabanete no solo simulado, de Marte através de experimentos. Com isso, foi testado o comportamento do rabanete em 4 vasos diferentes, cada um preenchido com solo da Terra com diferentes porcentagens de óxido de ferro – uma tentativa de aproximar o solo da Terra de Marte – incluindo o controle (solo terrestre puro) para tentar neutralizar possíveis erros. Ao final do experimento, confirmou-se que o óxido de ferro permitiu um aumento no desenvolvimento do rabanete, mas o excesso acabou prejudicando o crescimento. A partir do momento do plantio das sementes, cada uma no solo específico, obtiveram-se resultados diferentes: a planta que apresentou maior crescimento foi no vaso com 4% de óxido de ferro. Com o resultado final, pode-se concluir que o óxido de ferro estimula o crescimento em altura, em tamanho de folhas e em número de mudas de plantas, mas nunca deve ser em excesso.

Palavras-chave: solo; óxido de ferro; crescimento; rabanete; plantas; desenvolvimento.

Abstract

Due to studies and researches that prove that the planet Earth has irreversible issues, it is thought about the possibility of moving to other planets in the future, such as Mars, a planet full of iron oxide in its soil. With this article, it was aimed to analyze the behavior of a radish seed in the soil of Mars through experiments. With this, it was tested the behavior of the radish in 4 different pots, each filled with Earth's soil with different

percentages of iron oxide in it — a tentative to bring Earth's soil closer to Mars' — including the control (pure terrestrial soil) to try to neutralize possible errors. At the end of the experiment, it was confirmed that iron oxide allowed an increase in the radish development, but the excess ended up harming the growth. From the moment of planting the seeds, each in the 1061aízes1061n soil, different results were obtained: the plant that was presented with the most growth was in the pot with 4% of iron oxide. With the final result, it can be cloncluded that the iron oxide stimulates the growth in height, in size of the leaves, and in number of seedlings of plants, but it should never be in excess.

Keywords: soil; iron oxide; growth; radish; plants; development.

Introdução

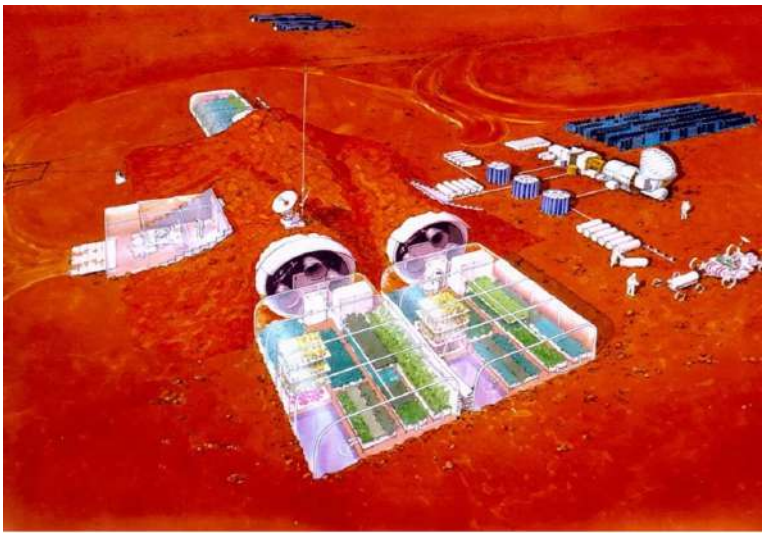
Este projeto tem o intuito de estudar a possibilidade de se realizar cultivo e plantação de vegetais em Marte, um possível planeta que tenhamos que habitar no futuro, caso os problemas ambientais da Terra não sejam resolvidos. Para isso será um processo de estudo da atmosfera, do solo e do meio de transporte até Marte, pois lá existem diversos componentes distintos da Terra. Este trabalho terá de ver as mudanças e adaptações que serão necessárias para a efetivação desse projeto para que, caso no futuro isso seja necessário, possamos plantar e ter o que comer em um planeta diferente.

"O processo já está tentando ser feito com um sistema autossustentável para astronautas produzirem sua própria comida em futuras missões. E, em julho de 2021 3 países mandaram sondas para Marte tentando adquirir mais informações." (UOL, 2021).

Com isso pode-se notar que o tema do projeto seja mundial em muitos países já que estão estudando e tentando fazer isso possível para se deixarmos a terra tenhamos outro planeta preparado para nos receber.

Contudo, antes disto será necessário saber como reconhecer vida em Marte, isto é, que compostos orgânicos são essenciais a todos os organismos. Uma vez detectados é necessário sabes distinguir a origem destes compostos, ou seja, se são provenientes de organismos vivos, organismos que já morreram ou se têm uma origem não-biológica. Por último é fundamental identificar áreas geológicas onde

compostos orgânicos remanescentes de vida possam ter sido preservados por longos períodos, por exemplo contra a radiação UV e atmosfera oxidativa de Marte. (MARTINS, 2011).



Os resultados de um trabalho que jogou luz sobre o crescimento de plantas de mandioca aqui na Terra, por exemplo, indicaram que a poda da raiz influenciou muito mais o crescimento das plântulas do que a poda da parte aérea. A quantidade de novos brotos foi significativamente correlacionada com o peso das raízes das mudas quando plantadas, sejam as diferenças no peso das raízes naturais ou obtidas por poda. Os efeitos da poda da parte aérea e da poda das raízes no crescimento das plântulas foram amplamente independentes um do outro. (M.M LARSON, 1975).

A superfície de Marte foi categorizada em várias unidades de superfície distintas de acordo com a abundância de rochas, atenuação de radar, inércia térmica e medições de albedo. Como parte da investigação atual, as propriedades mecânicas do solo foram atribuídas às principais unidades de superfície de Marte para que as propriedades mecânicas do solo determinadas na investigação possam ser tabuladas para uso no planejamento de missões futuras. (HOWARD, 2006).

Primeiro contato com as plantações em marte; no último dia 8, a Heinz anunciou um projeto que pode colaborar para a exploração espacial e para a sobrevivência do homem em Marte. O empreendimento se baseou no cultivo de tomates em condições entre á dois pontos que explicam o porquê desse projeto ser tão interessante. O primeiro é o fato de que, se um dia vivermos em Marte, teremos que plantar alimentos lá. Não conseguiremos levar toda comida. Basicamente, o solo lá não tem os

nutrientes e os micro-organismos que o solo terrestre tem e que ajuda vegetais e isso sem falar na imensa radiação que atinge o planeta, do ar rarefeito, da ausência de chuva, entre outros fatores. Todas essas condições foram replicadas no projeto da Heinz. Como você explica o fascínio humano pelo espaço e por Marte? Acho que tem muito a ver com o que o futuro guarda para nós e o com o que está lá fora. Para mim, a coisa mais interessante do mundo é pensar no espaço. Lembro-me de assistir a Neil Armstrong pisar na lua. (BRITO, 2011).

Marte é o quarto planeta mais próximo do Sol, o último entre os planetas chamados telúricos, ou rochosos. Apresenta cerca de 11% da massa da Terra, sendo o segundo menor planeta do Sistema Solar. Diferente de nosso planeta, que possui apenas um satélite natural, Marte possui dois: Fobos e Demos, nomes dos irmãos gêmeos da mitologia grega (o deus do medo e o deus do terror).

Como um dos principais objetos de estudo da Geologia Planetária, a superfície de Marte é, de fato, muito interessante. Desde as primeiras sondas enviadas a Marte na década de 1960 muitas descobertas foram feitas sobre suas características geológicas. Algumas delas são descritas a seguir. (CARVALHO,2021). Como por exemplo a interferência do clima no solo e em sua fertilidade e alguns elementos presentes como: rocha, barro, limo, areia e outros a presença de organismos vivos no solo também faz parte da composição do solo. E é uma mixagem de elementos sólidos, físicos e gasosos que se constituem o solo.

O ferro é um micronutriente essencial para quase todos os organismos vivos, pois desempenha um papel crítico em processos metabólicos, como síntese de DNA, respiração e fotossíntese. Além disso, muitas vias metabólicas são ativadas pelo ferro e é um grupo prostético constituinte de muitas enzimas. Um desequilíbrio entre a solubilidade do ferro no solo e a demanda de ferro pela planta são as principais causas da clorose férrica. Embora abundante na maioria dos solos bem arejados, a atividade biológica do ferro é baixa porque forma principalmente compostos férricos altamente insolúveis em níveis de pH neutros. O ferro desempenha um papel significativo em várias vias fisiológicas e bioquímicas nas plantas. Ele serve como um componente de muitas enzimas vitais, como citocromos da cadeia de transporte de elétrons, e, portanto, é necessário para uma ampla gama de funções biológicas. Nas plantas, o ferro está envolvido na síntese de clorofila e é essencial para a manutenção da estrutura e função do cloroplasto. Existem sete abordagens e combinações

transgênicas, que podem ser utilizadas para aumentar a concentração de ferro em sementes de arroz. A primeira abordagem envolve o aumento do acúmulo de ferro em sementes de arroz, expressando o gene da ferritina sob o controle de promotores específicos do endosperma (SAHOO,2015).

O projeto se realiza pensando se, no futuro, a população terá que mudar de planeta, visando que o mundo agora está aquecendo mais rápido do que em qualquer outro momento registrado da história. Se ele continuar nesta situação, o aquecimento global causado pelas emissões de gases de efeito estufa que encobrem a terra retém o calor do sol o que resultará na mudança climática e mais para frente, deixará planeta terra inabitável. Sendo assim, sê em breve a população ter que ir para marte, estudar o solo do planeta vermelho dará conhecimento para possíveis plantações e moradias no lugar.

É necessário o trabalho, já que a simulação do solo de Marte pode facilitar o processo de plantações no planeta, a partir da tentativa de semelhança dos solos de Marte e da Terra, já que o transporte de comida é inviável.

A partir do estudo do solo de Marte, percebe-se um grande nível de óxido de ferro, com isso será feito uma simulação para aprender lidar com o solo de Marte, com esse conhecimento obtido em Terra.

A fotossíntese pode ser definida como um processo de conversão de energia luminosa em energia química. Ela é realizada por plantas, algas e cianobactérias, que são classificadas como organismos autotróficos e fotossintetizantes por serem capazes de produzir o próprio alimento a partir da luz (AZEVEDO,sd).

O crescimento e desenvolvimento das plantas estão relacionados com fatores internos principalmente com os hormônios vegetais (fitormônios) e fatores externos (luz, água, temperatura, etc).(MARTINEZ,sd)

Como a presença do óxido de ferro (principal componente do solo marciano) influência no crescimento das plantas?

Objetivos

GERAL: analisar a viabilidade de se plantar “Allium schoenoprasum” (cebolinha) no solo simulado de Marte.

A simulação será feita com a tentativa de assemelhar o solo da Terra com o solo de Marte, a partir da adição de óxido de ferro no solo da Terra.

ESPECÍFICOS:

-Analisar o crescimento da planta em aproximadamente 15 dias.

-Simular o solo de Marte, em potes separados.

-Comparar o solo da Terra.

-Cultivar potes com 4% a 17% do solo terrestre.

-Após o processo de cultivo, preparar formulários

Materiais e Método

TESTE 1

A partir de um conjunto inicial de 12 vasos de rabanete, sem nenhuma alteração da composição do solo, foi organizado este primeiro teste.

Para iniciar a montagem foi organizada a separação de 4 grupos, 3 em cada, adicionando-se 17% de óxido de ferro em um, 10% no outro 4% do outro e outro sem alteração (controle).

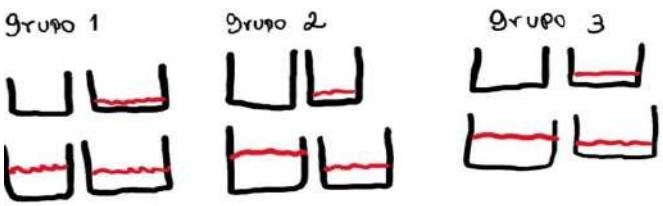


Imagem 1.

1. Um corte feito na base das plantas para “recomeçar” o processo de crescimento.

Imagem 2

2. Cada membro do grupo irá revezar entre si, para regar as mudas e toda aula de steam terá uma análise feita no crescimento da planta.

Imagem 3

Materiais:

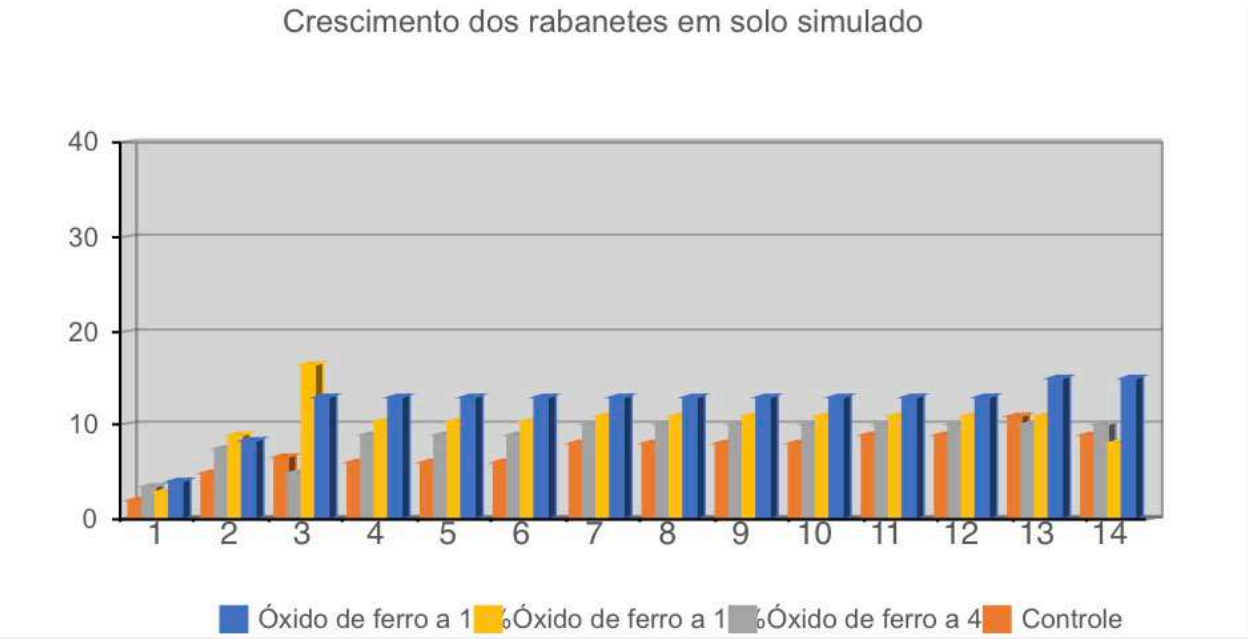
- Sementes de rabanete (quantidade indefinida).
- Quantidade indefinida de Óxido de ferro.
- 1 Borrifador de água.
- 1 Régua.
- 12 vasos
- Quantidade indefinida de terra.

Resultados do teste 1

DIA	Controle	4%	10%	17%
10/06/22	3 plantas, maior tem 2 cm	10 plantas, maior tem 3,5 cm	4 plantas, maior tem 3 cm	9 plantas, maior tem 4 cm
15/06/22	7 plantas, maior 5 cm	14 plantas, maior 7,6 cm	7 plantas, maior 8,8 cm	11 plantas, maior 8,5 cm
22/06/22	5 plantas, maior 6,5 cm	13 plantas Maior 5 cm	10 plantas maior com 16,5cm	10 plantas, maior 13cm
24/06/22	6 plantas, maior 6 cm	14 plantas, maior com 9 cm	10 plantas, maior com 10,5cm	12 plantas, maior 13cm
29/06/22	12 plantas, maior com 6cm	8 plantas, maior com 9cm	11 plantas, maior com 10,5cm	11 plantas, maior 13cm

1/07/22	13 plantas, maior 6 cm	8 plantas, maior com 9cm	10 plantas, maior com 10,5cm	12 plantas, maior 13cm
6/07/22	10 plantas, maior com 8cm	17 plantas, maior com 10cm	12 plantas, maior com 11 cm	13 plantas, maior 13cm
8/07/22	11 plantas, maior com 8 cm	17 plantas, maior com 10cm	12 plantas, maior com 11 cm	13 plantas, maior 13 cm
13/07/22	9 plantas, maior 8cm	17 plantas, maior com 10cm	11 plantas, maior com 11 cm	10 plantas, maior 13 cm
15/07/22	9 plantas, maior com 8 cm	17 plantas, maior com 10cm	12 plantas, maior com 11cm	13 plantas, maior 13 cm
20/07/22	9 plantas, maior com 9cm	14 plantas, maior com 10cm	9 plantas, maior com 11cm	11 plantas, maior 13 cm
22/07/22	9 plantas, maior com 9cm	14 plantas, maior com 10cm	9 plantas, maior com 11 cm	11 plantas, maior com 13cm
29/07/22	10 plantas, maior com 11cm	14 plantas, maior com 10cm	9 plantas, maior com 11 cm	11 plantas, maior 15m
03/08/22	9 plantas, maior com 9cm	13 plantas, maior com 10cm	8 plantas, maior com 8cm	11 plantas, maior 15 cm

Fotos do 1º experimento.



Início do projeto

Final projeto

TESTE 2.

Foram comprados sementes de rabanetes, então divididos em 4 grupos de 3, após isso foi plantado o rabanete, após esse processo foi adicionado 17 gramas de óxido de ferro, em 100 gramas de terra, em três vasos, foi repetido esse processo com mais dois grupos, entretanto foi adicionado 10% em um e 4% no outro, todos com 100 gramas de terra, com isso posicionam-se as plantas em um local estratégico para pegar sol, depois é iniciado o processo de regar as plantas diariamente, checando o desempenho da planta semanalmente, observando o tamanho com uma régua e analisando suas características.

Resultados e Discussão

Desde o momento da plantação das sementes do rabanete, em seus diferentes solos, foram obtidos diferentes resultados. Com o resultado final se pode perceber que o óxido de ferro estimulou o crescimento tanto em altura, quanto em tamanho de folhas, como em quantidade de mudas e, especialmente, as plantas com 4% de concentração de óxido ferroso, tiveram o maior número de plantas crescendo mais e a de 17% teve as plantas com maior altura.

Experimento 1

Algumas referências (SAHOO, 2015) analisadas indicaram que pode haver relação entre a presença do óxido de ferro e algum tipo de efeito hormonal nas plantas. Ao início do progresso,haviam:

- Controle:três plantas com 2cm a maior.
- 4%:10 plantas com a maior 3,5cm
- 10%:4 plantas com a maior 4cm
- 17%:9 plantas e a maior 4cm

Última análise do semestre:

- Controle:6 plantas sendo a maior com 6cm
- 4%:14 plantas e a maior com 9cm

Experimento 2

26/08

4%	10%	13%	Controle
1º: 7cm / 5 plantas	1º: 4,2cm / 3 plantas	1º:2,4cm/ 3 plantas	1º: - cm/ 3 plantas
2º: 2cm / 3 plantas	2º:6,5 cm / 5 plantas	2º: 4cm/ 4 plantas	2º: -cm/ plantas
3º: 5,8cm/ 5 plantas	3º: 6,3 cm/ 3 plantas	3º: 2,8 cm / 2 plantas	3º: 2,3 cm / 4 plantas

31/08/2022

4%	10%	13%	Controle
1º: 8cm / 5 plantas	1º: 11 cm / 3 plantas	1º: 8 cm/ 4 plantas	1º: 7,5 cm / 4 plantas
2º: 9 cm/ 5 plantas	2º: 12 cm/ 4 plantas	2º: 10 cm/ 4 plantas	2º: 6,5 cm / 3 mudas
3º: 9 cm/ 4 mudas	3º: 8cm/ 3 plantas	3º: 8 cm/ 5 plantas	3º: 7 cm/ 2 plantas

Conclusão

Com o fim dessa etapa do projeto pôde-se concluir que o óxido de ferro teve interferência na mudança de crescimento da planta, e das folhas, tanto em espessura, como em cumprimento das plantas. Com isso conseguimos gerar uma hipótese de que o óxido de ferro e assim gerando uma abertura para possíveis estudos e conclusões.

Referências

- MARTINEZ, M. Crescimento e desenvolvimento das plantas, Infoescola, https://www.infoescola.com/biologia/crescimento-e-desenvolvimento-das-plantas/ , acesso em 27/04/22
- AZEVEDO, J. Fotossíntese: o que é e como ocorre, Ecycl, https://www.ecycle.com.br/1070aízes1070ntese/, acesso em 27/04/22
- HOWARD, A. Mars Soil Mechanical Properties and Suitability of Mars Soil Simulants, Ascelibary, https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%290893-1321%282006%2919%3A3%28169%29, acesso em 13/03/22
- CARVALHO, L. A geologia do planeta vermelho, Igeologico, https://igeologico.com.br/tag/geologia-planetaria/, acesso em 13/03/22
- Larson M M :efeito da frequência e altura poda de produtividade de 1070aízes em parte aérea em mandioca. https://www.scielo.br/j/pab/a/tPSSf9prDLy58WDDJrv6cKk/?lang=pt, acesso 24/03/2s
- BRITO, S. Pela primeira vez, tomates são cultivados em solo “marciano”, Veja abril, https://veja.abril.com.br/ciencia/pela-primeira-vez-tomates-são-cultivados-em-solo-marciano/, acesso em 16/03/22
- SAHOO, G. ROLE OF IRON IN PLANT GROWTH AND METABOLISM, J-Stage. https://www.jstage.jst.go.jp/article/ras/3/0/3_1/_article.

A influência da radiação ultravioleta no crescimento de plantas

Beatriz D. S. Freire, Carolina M. Esteves, Carolina P. Damigo e Helena V. Trovati.

Professor orientador: Fabrício Beraldo Masutti e Carolina Oliveira Zambrana

Colégio Bandeirantes

Resumo

Em virtude da atual degradação ambiental terrestre, buscam-se, para além de projetos de intervenção quanto a recuperação do ecossistema, alternativas para a ocupação de Marte, por exemplo. Assim, este trabalho busca investigar as condições de germinação de plantas em um ambiente que simula a alta radiação ultravioleta do ambiente desse planeta. Tal elemento abiótico mostra-se prejudicial ao crescimento vegetal, por conta da alta frequência da luz ultravioleta, que provoca a saturação da fotossíntese e consequentemente a fotodestruição dos pigmentos fotossintéticos, clorofila A e B, segundo Araújo e Deminicis (2009). A partir das referências bibliográficas, foi proposta a realização de um experimento, buscando observar o dito impacto da radiação ultravioleta na germinação de plantas, no qual mudas de cebolinha, alface, rúcula e coentro foram germinadas tanto em ambiente de luz natural quanto em presença de uma lâmpada de luz ultravioleta. Ao decorrer do projeto, observou-se que a exposição à luz ultravioleta impacta negativamente o crescimento vegetal, ressecando e diminuindo o comprimento dos ramos de cebolinha e impossibilitando o mínimo desenvolvimento das outras espécies. De tal forma, confirma-se a observação dos autores supracitados, assim como a hipótese, a qual questiona se a alta radiação prejudica o crescimento vegetal, em razão da fotoinibição. Portanto, a instalação de uma agricultura em Marte mostra-se problemática, frente a inadaptação das plantas à alta incidência de luz ultravioleta.

Palavras-chave: luz ultravioleta; radiação; fotoinibição; fotossíntese.

Abstract

Due to the current terrestrial environmental degradation, in addition to intervention projects regarding the recovery of the ecosystem, alternatives are sought such as the occupation of Mars. Therefore, this work aimed to investigate the conditions of plant germination in an environment that simulates the high ultraviolet radiation of this planet's environment. This abiotic element is harmful to plant growth, for the high frequency of ultraviolet light, which causes photosynthesis saturation and consequently the photodestruction of photosynthetic pigments, chlorophyll A and B, according to Araújo and Deminicis (2009). Based on this bibliographic reference, an experiment was proposed, seeking to observe the aforementioned impact of ultraviolet radiation on plant germination, in which chives, lettuce, arugula and coriander seedlings were germinated both in natural light and in the presence of an ultraviolet light bulb. During the course of the project, it was observed that the exposure to ultraviolet light negatively impacts plant growth, drying and decreasing the length of chives branches and preventing the minimum development of the other species. To this extend, the observation of the aforementioned authors is confirmed, as well as the hypothesis, in which it is questioned whether high radiation affects plant growth, due to photoinhibition. In conclusion, the installation of agriculture on Mars proves to be problematic, given the inadaptation of the preselectioned plants to the high incidence of ultraviolet light.

Keywords: ultraviolet light; radiation; photoinhibition; photosynthesis.

Introdução

A possibilidade de uma colônia extraterrestre por meio da exploração espacial passou a ser vista como minimamente plausível, pois segundo Zulauf (2000), o desgaste dos recursos naturais e condições dos ecossistemas terrestres está destruindo o meio ambiente terrestre. Entre os planetas do sistema solar, Marte, o planeta vermelho, apresenta melhores condições para a realocação das populações terrestres, pois se assemelha ao nosso planeta quanto a duração do dia, inclinação do eixo de rotação e a temperatura média é de -40°C, contendo temperaturas extremas, mas ainda habitáveis para a espécie humana (GUITARRARA, 2020).

Para que a colonização seja possível, adaptações serão necessárias, em relação ao clima, gravidade, água, recursos naturais, pressão e composição

atmosférica. Considerando os recursos naturais, as plantações seriam afetadas, pois como são normalmente cultivadas na Terra precisam passar por transformações a fim de que se adaptem ao solo, pressão atmosférica, temperatura e, principalmente, à radiação de Marte (JACINTO, 2017).

Conforme Okuno e Vilela (2005), a radiação solar que penetra a atmosfera terrestre é composta por três tipos: o infravermelho, o espectro visível e a ultravioleta. Para entendermos melhor sobre como esses tipos de radiação afetam a vida, devemos entender primeiramente que eles possuem diferentes comprimentos de onda, e assim apresentam diferentes funções.

Como identificado na figura 1, o infravermelho é um tipo de radiação eletromagnética que apresenta frequência menor que a da luz vermelha e, por isso, não está dentro do espectro eletromagnético visível. Contudo, mesmo que não esteja visível a olho nu, a radiação infravermelha pode ser percebida por suas propriedades de aquecimento.

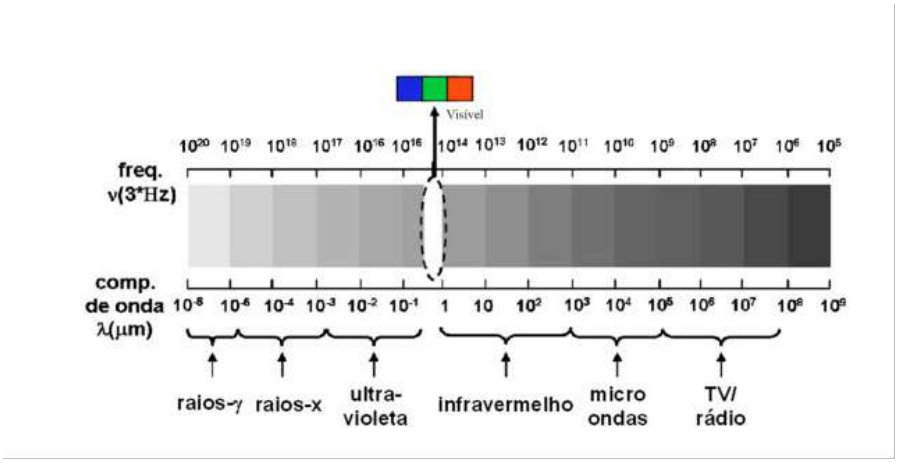


Figura 1 -Espectro eletromagnético mostrando a porção visível ao olho humano, e a porção que não é vista pelos humanos, como o infravermelho e o ultravioleta.

O espectro visível, ou espectro óptico, é a porção do espectro eletromagnético cuja radiação é composta por fótons capazes de sensibilizar o olho humano. Para cada comprimento de onda pertencente à faixa de luz visível encontra-se associada a percepção de uma cor (BRUNO e SVORONOS et al., 2005). O espectro visível pode ser dividido em subfaixas de acordo com a cor, com a subfaixa do vermelho tendo os comprimentos de onda longos, a subfaixa do verde ao centro e a subfaixa do violeta contendo os comprimentos de onda mais curtos (BRUNO e SVORONOS et al., 2005), subdivisões essas facilmente identificáveis na figura 1.

Conforme dito, os humanos veem numa faixa que vai do vermelho ao violeta, passando pelo amarelo, o verde e o azul, contudo mesmo entre os humanos pode haver grandes variações quanto aos detalhes da faixa percebida.

Dentre a radiação ultravioleta, não visível, existem 3 subcategorias: o tipo A, o tipo B e o tipo C. Estes são diferenciados aproximadamente por suas características de absorção em nível biológico. Estudos sugerem que cerca de 70% dos raios solares que chegam ao planeta Terra conseguem atingir a superfície terrestre, sendo que uma parte é absorvida pela mesma e o restante é refletido. Uma parcela dessa radiação refletida, por sua vez, é retida pelas nuvens e pelo dióxido de carbono da atmosfera, criando um efeito estufa natural que mantém a Terra aquecida e evita grandes variações de temperatura entre o dia e a noite (JUNGES e BÜHLER et al., 2020).

A maior parte dessa radiação que vem pelo Sol é absorvida pela nossa atmosfera, porém uma pequena parte dela chega diretamente à superfície (OLIVEIRA e BISPO, et. al 2014), como identificado na Figura 2.

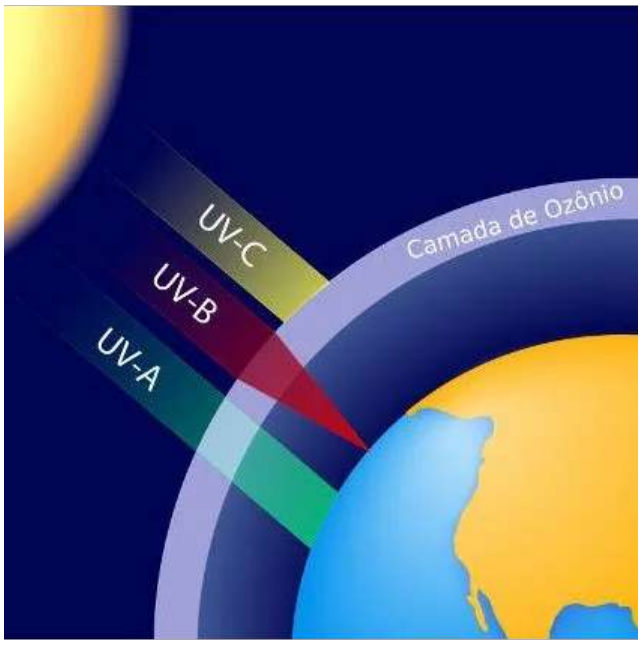


Figura 2 – Radiação UV absorvida pela atmosfera do planeta Terra (UVA), radiação parcialmente absorvida pelo planeta (UVB) e radiação totalmente refletida pela camada de ozônio (UVC).

Os raios UVC são a radiação que menos se aproxima da luz visível devido ao seu pequeno comprimento de onda (OLIVEIRA E OLIVEIRA et al,. 2001). Tais raios são nocivos à nossa biosfera, porém não temos contato com eles, pois são completamente absorvidos pela camada de ozônio. Entretanto, devido ao avanço da tecnologia e por meio de fontes artificiais, a radiação UVC é utilizada em processos

de tratamento de água e na esterilização de materiais cirúrgicos, devido à sua propriedade bactericida (BHARDWAJ SINGH et al,. 2021).

Os raios UVB, parcialmente absorvidos pela camada de ozônio, penetram superficialmente na pele, causando vermelhidão e sensação de ardência (OLIVEIRA E OLIVEIRA et al, 2001). Eles também podem provocar queimaduras, câncer de pele e algumas alergias.

Já, os raios UVA são os de maior incidência na superfície terrestre, visto que não são absorvidos pela camada de ozônio (OLIVEIRA E OLIVEIRA et al,. 2001). Eles correspondem à maior parte do espectro ultravioleta, e também podem causar diversos danos à nossa saúde. Embora não causem queimaduras na pele, eles são capazes de atingir as camadas mais profundas da pele, causando o envelhecimento precoce (ARAUJO E SOUZA et al, 2008).

Em Marte, a falta de uma camada de ozônio significativa, que filtraria a maior parte da radiação, e a menor pressão atmosférica total do que a da Terra, resulta em um ambiente com maior fluxo de radiação ultravioleta na superfície. Este fluxo UV tem sido considerado uma pressão de seleção evolutiva significativa para a vida, impedindo o desenvolvimento de organismos (SAGAN e POLLACK, 1974). Entretanto, durante o período anterior ao acúmulo de oxigênio atmosférico e ozônio, na Terra, a vida provavelmente foi exposta a uma radiação UVB mais alta do que a atual e assim, tem sido sugerido que mesmo o atual fluxo de UV marciano pode não ser uma limitação à evolução da vida (COCKELL, 1998).

No entanto, é em conjunto com outros extremos como as baixas temperaturas e a falta de água líquida que a radiação UV contribui para o impedimento de hospedagem na superfície marciana (COCKELL 1998). Entretanto, essa diferença de filtração da radiação UV pela atmosfera afeta a germinação de plantas, já que a radiação é absorvida por distintas biomoléculas dos vegetais. Assim, a radiação UVC em excesso, pode causar malefícios diretos à planta como danos no DNA, polimerização das proteínas, inativação das enzimas e aumento da permeabilidade das membranas celulares, impedindo as trocas entre as menores unidades de vida. (VANHAELEWYN et al. 2020). Ademais, segundo Barnes et al. 1988, a radiação UVB altera a competição por luz, diminui a altura, peso e área da folha e da planta.

A luz desempenha um papel importante na regulação de inúmeras enzimas presentes no cloroplasto, podendo, quando em excesso, desestabilizar os processos

associados às atividades fotossintéticas. A alta intensidade de luz altera a funcionalidade celular segundo os trabalhos de Barber e Andersson (1992) e Oliveira (2002).

Além disso, como apresentado no trabalho de Araújo e Deminicis (2009), entre os fatores que limitam a produtividade das plantas na fotossíntese destacam-se os altos níveis de radiação. Quando a quantidade de luz disponível excede o limite utilizado na fotossíntese, causa uma condição de estresse nas plantas conhecida como fotoinibição. A parcela de luz que atinge o complexo coletor de luz dos fotossistemas pode desencadear um ganho ou perda na eficiência das reações fotoquímicas (LEMOS FILHO, 2000).

De tal forma, a exposição prolongada de plantas ao excesso de luz pode resultar na fotodestruição dos pigmentos fotossintetizantes, uma vez que a descoloração (branqueamento) desses depende do oxigênio e da luz. Esse fenômeno é normalmente denominado de foto-oxidação, podendo levar à morte da célula ou do organismo. Na grande maioria dos casos, a foto-oxidação é um fenômeno secundário, ocorrendo após uma fase lenta, durante a qual há um declínio da taxa da fotossíntese dependente da intensidade da luz e do tempo de exposição (fotoinibição), sem que ocorram mudanças na composição do reservatório dos pigmentos. Portanto, a fotoinibição da fotossíntese não é consequência da destruição do reservatório de pigmentos mas, ao contrário, a descoloração dos pigmentos, que ocorre depois que a fotoinibição, os separa em dois fenômenos distintos (Hendrey et al. 1987).

Levando em consideração a bibliografia apresentada, a alta radiação ultravioleta mostra-se um desafio para o plantio de espécies comestíveis, cruciais para a colonização de Marte e o desenvolvimento de recursos. Portanto, torna-se necessário averiguar quais espécies de plantas conseguiriam se adaptar a tal adversidade e, se necessário, elaborar meios alternativos a fim de mitigar a intensidade eletromagnética marciana. Logo, surge a seguinte pergunta de pesquisa: Qual será o impacto da radiação ultravioleta no crescimento de certas espécies de plantas?

Imagina-se, conforme a bibliografia, que as plantas apresentarão menor crescimento, aspecto menos saudável, como coloração amarronzada e morte dos vegetais, levando em consideração a hipótese de que a radiação acelera o processo de fotoinibição.

Objetivos

Geral:

-Determinar as espécies de plantas mais adaptadas para germinação em Marte segundo a adaptação a radiação ultravioleta.

Específicos:

- Entender a interação entre radiação e o crescimento das plantas;
- Analisar o crescimento dos diferentes vegetais na simulação da radiação UV;
- Descrever as consequências das plantas expostas à luz (analisar coloração, tamanho e quantidade e espessura das folhas);
- Identificar a espécie menos afetada negativamente pela radiação ultravioleta dentre três espécies.

Materiais e Método

Uma vez estabelecidos os objetivos, de modo a testar a hipótese de que se houver alteração na radiação UV, o crescimento e a saúde das plantas serão alterados, as variáveis analisadas serão o crescimento em centímetros dos organismos autótrofos, além do número de folhas e seus produtos, e da saúde geral do organismo (coloração da planta, por exemplo).

Assim, a investigação foi conduzida pela exposição de diferentes mudas já germinadas à radiação UV, tendo como variável independente a exposição. De tal forma, houve um grupo controle, no qual as plantas foram expostas à radiação normal da superfície terrestre, enquanto que o grupo submetido à variável esteve iluminado por uma lâmpada de luz negra, simulando assim a interação com uma taxa mais alta de radiação UV. A possibilidade da simulação da incidência de luz ultravioleta por meio de uma lâmpada de luz negra é evidenciada pelo artigo de Rafael Helerbrock (2022). As espécies elegidas foram alface, cebolinha e rúcula.

De modo a realizar o experimento, duas etapas tiveram que ser definidas. Na primeira etapa, foram utilizadas:

- alface *(Lactuca sativa)* hidropônica;
- cebolinha *(Allium schoenoprasum)* hidropônica;
- rúcula *(Eruca vesicaria ssp. Sativa)* hidropônica;
- 1 lâmpada de luz negra;

- uma jardineira com 41,5cm x 11,5cm x 16,5cm com 10cm de terra adubada;
- 4 vasos com 9,5cm de profundidade e 20cm de diâmetro;
- palitos de churrasco para medição;
- uma régua de 30 cm;
- gotejador caseiro;
- caixa de papelão e MDF para isolar o grupo exposto a radiação.

Os talos dos vegetais contendo as raízes foram posicionados na jardineira segundo a seguinte disposição: 3 talos de cebolinha com 6cm de espaçamento, 2 talos de rúcula com 10cm de espaçamento e 2 talos de alface com 14cm de espaçamento para serem expostos a luz solar. Para irrigação desse grupo, foi utilizado um gotejador produzido pela equipe e descrito mais abaixo. Para medir as plantas, um palito ao lado de cada planta foi posicionado. Já, as plantas do grupo exposto a luz negra foram posicionadas em vasos com a seguinte disposição: 3 talos de cebolinha em um vaso, 2 talos de rúcula em outro e 1 talo de alface em cada um dos outros dois vasos com o mesmo espaçamento do grupo controle. Esse grupo foi irrigado manualmente pelo grupo todos os dias.

Durante a exposição, dados foram coletados, incluindo fotos e, dentre 15 a 20 dias, as considerações finais foram feitas, comparando os dados considerando a altura, a cor e a aparência das plantas que foram expostas à lâmpada de luz negra em relação ao grupo controle.

Na segunda etapa do experimento, foi adicionado aos materiais previamente utilizados o coentro, em substituição da rúcula e da alface.

Ademais, antes de efetivamente realizar o plantio, um sistema de gotejador caseiro foi pensado e produzido pelo grupo, para que a irrigação seja possível nos dias que a equipe não esteja presente. O gotejador também foi planejado porque as espécies de planta escolhidas (alface, cebolinha, rúcula) precisam receber água constantemente.

Em primeira instância, o sistema seria feito por meio de garrafas pet e barbante. Um furo foi feito na tampa da garrafa e fios de barbante foram passados pelo mesmo. Porém, a tentativa foi falha. O furo ficou grande e gotejava demais, ou em alguns momentos o furo não permitiu que a água passasse pelo barbante.

Portanto, outro sistema foi planejado onde um parafuso foi colocado no furo da tampa da garrafa pet e a água vaza para o parafuso e goteja na terra. Além disso foi

providenciado um suporte para apoiar a garrafa. No primeiro protótipo, um parafuso mais grosso (6mm) foi utilizado, como observado na Figura 3, mas a vazão era pouca e após um dia parou de gotejar.

Figura 3 – Parafuso 6mm colocado no furo da tampa da garrafa.

Após o primeiro teste, outro parafuso foi colocado na tampa da garrafa furada com uma broca 9/64 (3,5 mm) e posicionado com 4,5 cm para fora da garrafa, como observado na Figura 4.

Figura 4 – Parafuso 3,5mm colocado na tampa da garrafa pet.

O parafuso mais fino permitiu que a vazão da água fosse ajustada de acordo com a necessidade da quantidade de água. Já, o mais grosso não possibilitou o ajuste e o gotejar parou.

Isto posto, mais um sistema foi realizado para que a quantidade de água seja suficiente para as plantas. A garrafa foi colocada ao contrário no suporte e a bandeja com as plantas será posicionada logo abaixo, como observado nas Figura 5 e 6.

Figura 5 – Garrafas posicionadas ao contrário no suporte.

Figura 6 – Água gotejando na terra.

Uma vez pronto o sistema de irrigação, as mudas hidropônicas foram posicionadas na bandeja e nos vasos e o grupo exposto à radiação foi posicionado dentro da caixa de papelão e MDF, com o interior da caixa pintada de roxo, a fim de que o suporte absorvesse a menor quantidade de radiação possível. A lâmpada utilizada foi da marca SCT de 35W e 127V.

Resultados e Discussão

Como observado nas Figura 7 e 8, foi realizado o plantio de todas as plantas na sexta feira dia 05/08 e o grupo começou a analisar os resultados.

Figura 7 – Vaso do grupo variável.

Figura 8 – Jardineira do grupo controle.

Em primeira instância, a cebolinha foi a primeira a apresentar crescimento nos dois grupos, porém apresentando maior desenvolvimento no grupo controle.

Dia 10/08, a terra perto da rúcula apresentou sinais de mofo, como apresentado na Figura 9, e foi percebido que o vegetal não sobreviveu.

Figura 9 – Mofo na terra perto à rúcula.

Após 12 dias completos desde o plantio, os resultados finais da primeira etapa foram apresentados.

No dia 17/08, a rúcula e a alface do grupo variável apresentaram o mesmo estado, não aparentando qualquer sinal de crescimento ou desenvolvimento. Já, a cebolinha exposta à luz negra estava com as folhas queimadas e ressecadas, apesar de serem irrigadas de maneira constante.

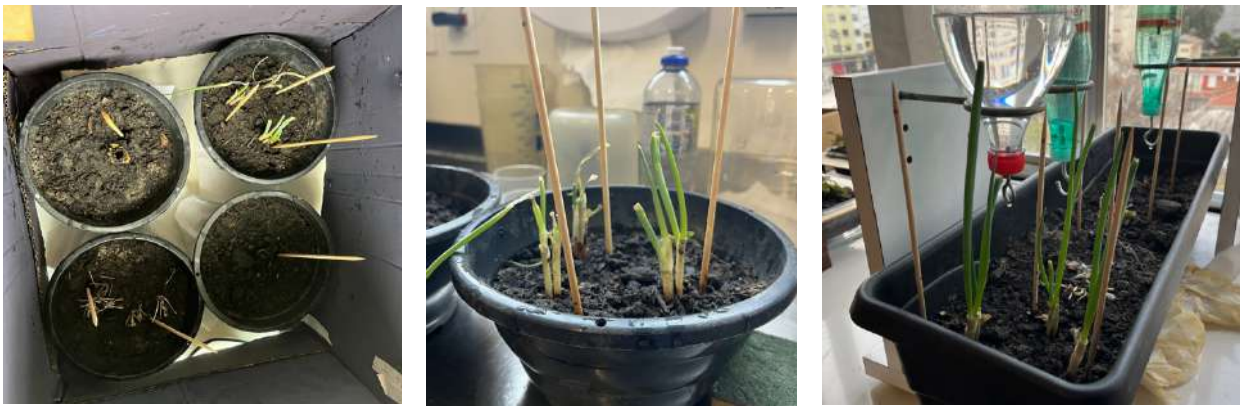


Figura 10 - Grupo exposto à radiação UV, cebolinha do mesmo grupo e cebolinha do grupo controle, respectivamente.

Além de mais ramos terem se desenvolvido, as medidas das cebolinhas do grupo controle, com cebolinhas de aspecto mais saudáveis, com coloração esverdeada, foram de 21,5cm; 21,18cm; 17cm; 16cm; 14cm; 12cm e 11 cm, enquanto as cebolinhas expostas à variável foram de 7, 8 e 10 centímetros. De tal forma, enquanto que a média do grupo isolado foi de 8,3 cm, a do grupo controle foi de 16,3 cm.

	Tamanho inicial (em cm)	Tamanho final (em cm)
Ramo 1	6	21,5
Ramo 2	6	21,18
Ramo 3	6	17
Ramo 4	6	16
Ramo 5	6	14
Ramo 6	6	12
Ramo 7	6	11

Tabela dos ramos do grupo controle.

	Tamanho inicial (em cm)	Tamanho final (em cm)
Ramo 8	6	10
Ramo 9	6	8
Ramo 10	6	7

Tabela do crescimento dos ramos no grupo exposto à radiação UV.

Na segunda fase do experimento, iniciada no dia 17/08, foram plantadas duas mudas hidropônicas de coentro no grupo controle e duas no grupo variável (Figuras 11 e 12).

Figura 11 – muda de coentro no grupo controle.

Figura 12 – muda de coentro para expor à radiação UV.

Após uma semana, no dia 24/08, a muda do coentro exposto a luz ultravioleta estava muito mais ressecada e de coloração marrom, como observado no Figura 13.

Figura 13 – coentro ressecado que foi exposto à radiação UV.

A disparidade entre o crescimento da cebolinha no grupo controle e no grupo variável também continuou a se acentuar. Os ramos restantes da cebolinha exposta à radiação ultravioleta apresentaram média de 16,6 cm. Já, no grupo controle, todos os ramos continuaram a apresentar sinais de vitalidade e crescimento contínuo, apresentando 21,1 centímetros de média.

De tal forma, considerando os dados obtidos ao longo das três semanas de experimento, observa-se que, as mudas de alface e rúcula não apresentaram desenvolvimento algum, tanto no grupo controle quanto no exposto à luz ultravioleta. As hipóteses formuladas para tal ocorrência são: a terra utilizada para o plantio poderia não ser adequada, ou as mudas utilizadas não serem capazes de crescer novamente após serem cortadas pela primeira vez. Já, as cebolinhas apresentaram diferenças substanciais entre os dois grupos, confirmando a hipótese inicial do grupo, a qual expõe a interferência da luz ultravioleta no crescimento das plantas.

Pelo fato da alface e a rúcula não terem sobrevivido, uma segunda etapa foi adicionada no projeto. Nessa etapa, o coentro foi usado para substituir os dois vegetais, para testar a hipótese de que apenas as plantas usadas para temperar os alimentos prosperam nessas condições. Todavia, diferentemente do esperado, o coentro também não se desenvolveu ao longo das duas semanas de germinação.

Conclusão

Levando em consideração a bibliografia apresentada e os experimentos realizados, ao decorrer do projeto, observou-se o impacto da radiação ultravioleta na germinação das mudas de cebolinha, alface, rúcula e coentro. As plantas do grupo variável, expostas apenas à lâmpada de luz ultravioleta, apresentaram crescimento menos significativo do que as do grupo exposto somente à radiação solar. Entre elas, em ambos os grupos, a cebolinha expressou o melhor desempenho, sendo a única a realmente apresentar diferença de tamanho. Mesmo assim, foi exposta a diferença causada na germinação condicionada à luz ultravioleta, dado que as cebolinhas do grupo variável apresentaram aspecto menos verde, mais ressecado e ramos menos rígidos, confirmando a hipótese inicial que especulava o menor desenvolvimento vegetal. De tal forma, levando em conta a não adaptação das mudas à germinação em ambientes de alta incidência de luz ultravioleta, identifica–se uma dificuldade de

uma possível colonização de Marte com agricultura independente e autônoma em relação ao plantio terrestre.

Referências

- ARAÚJO, André,. **Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta.** Scientia Plena, São Cristóvão, v. 4, n. 11, p. 1-7, ago. 2008. Disponível em: https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/721/374. Acesso em: 25 mar. 2022.
- ARAÚJO, Saulo Alberto do Carmo; DEMINICIS, Bruno Borges. **Fotoinibição da fotossíntese.** Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 463-472, nov. 2009. Trimestralmente. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Fotoinibi--o-da-Fotoss-ntese.pdf. Acesso em: 06 nov. 2009.
- BHARDWAJ, Sanjeev K et. al **UVC-based photoinactivation as an efficient tool to control the transmission of coronaviruses,** Science of The Total Environment, Volume 792, 2021- ISSN 0048-9697. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148548. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721036202)Acesso em: 25 de mar. 2022.
- BRAND, John C. D.. **The sources of dispersive spectroscopy.** Amsterdam: Gordon And Breach Publishers, 1995. 259 p. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=sKx0IBC22p4C&pg=PA30&dq=light+wavelength+color+ +young+fresnel&redir_esc=y&hl=pt-BR#v=onepage&q=light%20wavelength%20color %20%20young%20fresnel&f=false. Acesso em: 25 mar. 2022
- COCKELL, Charles et. al **The Ultraviolet Environment of Mars: biological implications past, present, and future.** Academic Press. Cambrigdge, p. 343-359. 16 fev. 2000. Disponível em: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download? doi=10.1.1.541.594&rep=rep1&type=pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.
- COCKELL CS, ANDRADY AL. **The Martian and extraterrestrial UV radiation environment Biological and closed-loop ecosystem considerations.** Acta Astronaut. 1999 Jan;44(1):53-62. doi: 10.1016/s0094-5765(98)00186-6. PMID: 11541762. Acesso em: 20 abr. 2022.
- EBERLIN, Samara et. al, **Metodologia alternativa para o estudo dos efeitos da radiação infravermelha-A sobre a pele humana** Surgical & Cosmetic Dermatology, vol. 8, núm. 2, 2016, pp. 115-120 Sociedade Brasileira de Dermatologia Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em <https://www.redalyc.org/pdf/2655/265546364006.pdf>. Acesso em: 25 de mar. 2022.
- GOLASZEWSKA, Zuk K; UPADHYAYA, M.K.. **The effect of UV-B radiation on plant growth and development.** Plant, Soil, Environment, Vancouver, v. 49, p. 135- 140, abr. 2003.

Disponível em: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.603.8980&rep=rep1&type=pdf. Acesso em: 09 mar. 2022.

- GUITARRARA, Paloma. "**Marte**"; Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/geografia/marte.htm. Acesso em 13 de abril de 2022.
- HELERBROCK, Rafael. **Como funciona a luz negra?** 2022. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/como-funciona-luz-negra.htm. Acesso em: 28 set. 2022.
- JACINTO, Laleska. **Biosfera para colonização em Marte.** 2017. 14 f. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2017. Acesso em 20 abr. 2022.
- Figura 1: MICHA, Daniel Neves et al. **"Vendo o invisível": experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo**. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. 2011, v. 33, n. 1 [Acessado 25 Março 2022] , 1501. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100015>. Epub 18 Abr 2011. ISSN 1806-9126. Acesso em 20 abr. 2022.
- OLIVEIRA, Paulo Ricardo, **A radiação ultravioleta e as lentes fotocrômicas.** Arquivos Brasileiros de Oftalmologia [online]. 2001, v. 64, n. 2 , pp. 163-165. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0004- 27492001000200015>. Epub 30 Out 2006. ISSN 1678-2925. Acesso em 20 abr. 2022.
- SILVA, Ana, OLIVEIRA, Rilavia, HERSCHEL. William, **Os raios invisíveis e as primeiras ideias sobre radiação infravermelha.** Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. 2014, v. 36, n. 4 [Acessado 25 Março 2022] , 4602. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000400022>. Epub 28 Nov 2014. ISSN 1806- 9126. Acesso em 20 abr. 2022.
- OKUNO, Emico; VILELA, Maria. **Radiação Ultravioleta: características e efeitos.** São Paulo: Livraria da Física, 2005.
- Figura 2: REIS, Eloisa. **Radiação Ultravioleta E Desinfecção.** 2021. Disponível em: https://www.hsmed.com.br/radiaco-ultravioleta-e-desinfecco. Acesso em: 25 mar. 2022.
- VANHAELEWYN, Lucas; STRAETEN1, Dominique van Der; CONINCK, Barbara de; VANDENBUSSCHE, Filip. **Ultraviolet Radiation From a Plant Perspective: the plant-microorganism context.** The Plant-Microorganism Context. 2020. Disponível em: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.597642/full. Acesso em: 24 mar. 2022.
- ZULAUF, Werner E. **O meio ambiente e o futuro.** Estudos avançados, v. 14, n. 39, p. 85-100, 2000.

O crescimento das plantas sob o efeito do som

Caetano Feltran Koch Nogueira, Eduardo Nagen Janot de Matos, Gabriel Gutglas, Tatiana Sarfatti e Vitor Bianco de Aquino

Professores orientadores: Fabricio Masutti e Carol Zambrana.

Colégio Bandeirantes

Resumo

Há séculos a agricultura tem efetuado um papel imponente para humanidade, proporcionando. Inúmeros recursos que permitiram o desenvolvimento da sociedade. Contudo, devido ao. Crescimento agudo da população, e, portanto, da demanda da produção para agroindústria, levando a desenvolvimento de tecnologias como fertilizantes, para aumentar a eficiência e a velocidade do crescimento das plantas. Sendo assim, procuramos investigar a influência do som no crescimento das plantas, método, 100% sustentável. Para produzir esse experimente gente reproduziu o crescimento de 6 cebolinhas, 2 expostas ao som ambiente, 2à uma frequência de 1000 Hz e 2 a 10000 Hz. Ambas as plantas expostas a som ambiente e a frequência de 10000 Hz cresceram normalmente, apresentando uma cor verde escura, entretanto a planta exposta à 1000Hz teve um crescimento reduzido e ficou marram. Logo, mesmo conseguindo resultados claros, esse estudo não pode ser considerado uma verdade absoluta, uma vez que outros estudos exploraram a mesma pauta e apresentaram resultados diferentes. Dessa forma, devido à falta de uma infraestrutura professional, como um ambiente totalmente isolado do som, nosso estudo foi sujeito a irregularidades.

Palavras-chave: Som; plantas; crescimento; frequência

Abstract

For centuries agriculture has been essential for humans. Providing numerous resources that enabled the development of societies. Nevertheless, due to the speedy growth of the population, and, therefore, the demand for more production from the agro

industry, technologies that harm the environment through the emission of greenhouse gases, such as fertilizers, were developed to increase the efficiency and fasten plants' growth. That being so, this study investigates the influence of sound in plants' growth, method 100% eco-friendly. in order to perform this inquiry we conducted an experiment in which we gathered 6 chives, 2 exposed to ambient sound, 2 exposed to a frequency of 1000 Hz and 2 exposed to 10000 Hz. Both the plants exposed to ambient sound and 10000 Hz grew normally, with a dark green color and healthily, however the plant exposed to 1000 Hz had its growth harmed and became brownish. In conclusion, even though we had clear results, this can't be taken as a a fact, due to the countless studies carried out on this subject that showed different results. Furthermore since our experiment didn't have a professional structure it is subject to irregularities.

Keywords: Sound; plants; growth; frequency

Introdução

A fisiologia das plantas é extremamente importante para entender o seu desenvolvimento, sendo assim é necessário conhecer alguns dos principais aspectos a respeito delas para o entendimento do projeto. Todas elas são eucariontes, como é mostrado na figura 1, ou seja, apresentam núcleo definido, são autótrofas, sendo capazes de produzir sua própria matéria orgânica como fonte de energia pela fotossíntese, suas células são revestidas por uma parede celular de celulose e além das organelas comuns, as plantas também possuem vacúolo e cloroplastos (ORIKA ELIZABETH, et. al, 2016).

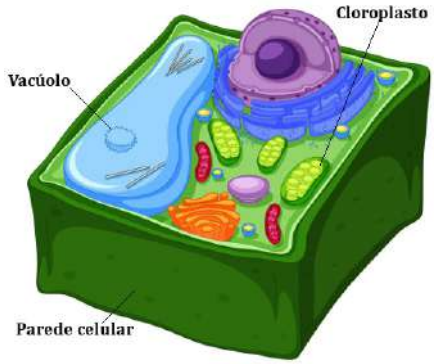


Figura 1: Célula eucarionte de uma planta.

A fotossíntese é sem dúvidas um dos processos mais importantes para a manutenção da vida no planeta. O sol, através da liberação de sua energia, é capaz de impulsionar a fotossíntese das plantas e produzir carboidratos que serão utilizados no processo respiratório. Vários fatores podem interferir na fotossíntese e no crescimento das plantas, como por exemplo: (VIEIRA ELVIS, 2010).

- Nutrição: através do fornecimento de água no qual a planta absorve os nutrientes pelas raízes, na forma de umidade, quanto mais raízes, mais nutrientes são absorvidos pela planta, assim, os níveis de pH precisam estar estáveis para evitar a danificação das raízes. As temperaturas também afetam o crescimento da planta.
- Temperatura: temperaturas muito elevadas (30°C) ou baixas podem dificultar a fotossíntese, o crescimento e a formação de frutos e o florescimento.
- Oxigênio: é necessário para a respiração das plantas. A quantidade de CO_2 em excesso, pode prejudicar a planta a produzir glicose.
- Umidade: dependendo de sua intensidade, o crescimento da planta pode ser dificultado. Um nível de umidade mais elevado vai dificultar a capacidade da planta para vaporizar a água através das suas folhas, resultando na diminuição da absorção de água e nutrientes através das raízes, enquanto um nível de umidade mais baixo, a planta poderá começar a mostrar sinais de queimaduras, resultando na perda de clorofila.
- Intensidade da luz: as plantas crescem ao queimar glicose. Estes açúcares são o resultado da energia da luz (o processo da fotossíntese). Desta forma, uma planta necessita de luz suficiente para o crescimento das raízes, que é especialmente dificultado pela deficiência de luz, atrapalhando a absorção de nutrientes pela planta.

Considerando que a fotossíntese é um processo que pode interferir diretamente no crescimento e na saúde da planta, pois é a principal maneira que ela tem de produzir energia para sua sobrevivência, ao analisar como o som age sob as plantas, o foco do nosso projeto, tem que ser levado em consideração como a fotossíntese pode ou não ser afetada, dessa forma poderemos descobrir uma nova tecnologia que

pode interferir no crescimento das plantas, aumentando a velocidade, eficiência e variedade do cultivo de alimentos e plantações (KLUGE et.al, 2014).

Desde a metade do século XIX fertilizantes artificiais são utilizados em plantações, porém a fertilização em si, seja ela artificial ou natural, é muito antiga. A primeira vez em que foi utilizado é estimado que tenha sido por volta do ano 8 mil a. C. por povos asiáticos. (ALVES MARCELLE, 2019). Atualmente o uso de produtos artificiais para plantações vem sendo cada vez maior, o Brasil chegou a gastar cerca de US$ 10 bilhões em agrotóxicos em 2019 e os EUA US$ 7,4 bilhões e a China US$ 4,8 bilhões, segundo dados de FAO/Consultoria Phillips Mcdougall/UNESP/ANDEF. Apesar dos fertilizantes aumentarem a produtividade e garantirem produtos saudáveis, eles também trazem muitos malefícios como por exemplo a degradação do solo, a contaminação de lençóis freáticos, a poluição de fontes de água, o aumento da resistência de pragas presentes nas plantações, e a eutrofização (MANCUS PHILLIP, 2009).

Mas um dos problemas mais graves é a emissão de gases poluentes que os agrotóxicos causam, a figura 2 feita pelo Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (Seeg) mostra o aumento das emissões de óxido nitroso de 2002 a 2014, esse crescimento tem consequências graves e pode aumentar o aquecimento global (JUNGES LUIS et. Al, 2018).

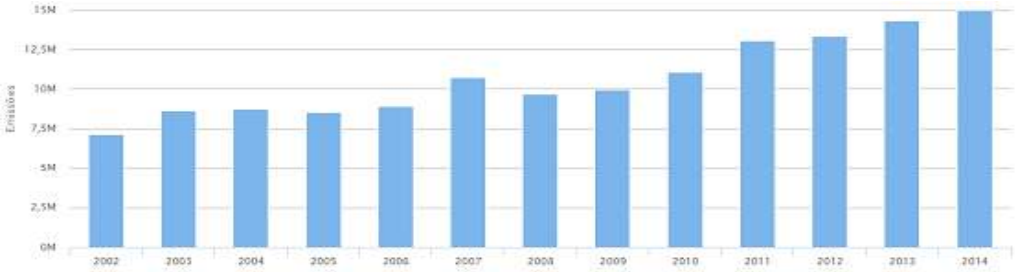


Figura 2: Gráfico que mostra emissões de óxido nitroso no mundo de 2002 a 2014.

A figura 3, mostra a previsão da ONU (Organização das Nações Unidas) em relação a população mundial, a Organização das Nações Unidas prevê que em 2030 a população mundial seja superior a 8 bilhões de pessoas e em 2050, seja de quase 10 bilhões, exigindo maior oferta de alimentos. A previsão para 2050 é que a produção de alimentos no mundo tenha que aumentar em 70% para poder suportar o supercrescimento populacional que ocorrerá (ALAN BOJANIC, 2017).

Figura 3: Crescimento da população mundial ao longo dos anos, segundo a ONU

Tendo isso e todos os malefícios que o uso de fertilizantes pode trazer para o meio ambiente em vista, explorar uma nova forma de estimular as plantações ao redor do mundo é de extrema importância. Uma dessas novas formas pode ser o som que a princípio não demonstra ser prejudicial ao meio ambiente, mas o grande empecilho para a exploração e utilização desse estímulo no crescimento das plantas é que existem muito poucos estudos e experimentos relacionados a isso, tornando-o um assunto controverso no meio científico (REDA HASSANIEN et. al, 2014).

Para estudar a como o som pode afetar no crescimento das plantas é necessário entender um pouco melhor como ele funciona. O som, por definição é a percepção subjetiva de um fenômeno vibratório, que estimula o órgão sensório da audição. O som só existe dentro de um ser, na medida em que um órgão apropriado é capaz de transformar um processo mecânico em impulso nervoso e que no cérebro seja feita a interpretação correta desta informação (FERNANDES, 2006).

Algumas propriedades do som podem ser a altura, determinada pela frequência ou comprimento de onda, a duração, o tempo de atividade da vibração, a intensidade, dada pela amplitude da onda e o timbre, resultado da composição entre a frequência fundamental e os seus harmônicos. (BULBITZ EDGAR, 2019)

Contando que os vegetais estão inseridos numa relação de interdependência com o meio ambiente e essa interação pode afetar sua existência, dependendo das condições do ambiente. Surge um questionamentos, uma planta, que é sensível a diversos outros fatores e estímulos sutis, como a luz, ou a temperatura por exemplo, pode também ser sensível a um estímulo acústico?

Apesar de não existirem muitos estudos em relação a isso, foi realizado e publicadado, entre 1970 e 1981, (PEARL WEINBERGER, 1974) uma série de experimentos onde foi investigada a ação de música e frequências simples sobre diversos tipos de organismos vegetais.

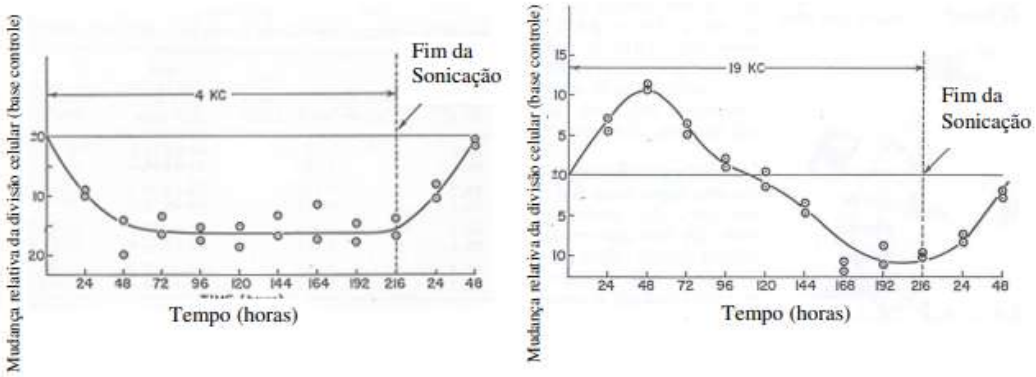


Figura 4: Gráfico que mostra a mudança relativa da divisão celular em relação à frequência sonora.

Como é possível ver no gráfico acima, nesses estudos foram realizadas sonicações de 4kHz e 19 kHz com a alga *Scenedesmus ontusiusculus* durante várias fases do seu ciclo de divisão celular (WEINBERGER & DAS, 1972). A sonicação com 4 kHz diminuiu a divisão celular, enquanto com 19 kHz houve um leve aumento da divisão celular seguido de inibição com a exposição prolongada da sonicação. Este estudo mostra de o efeito de vibrações acústicas sobre o metabolismo celular.

Como todos sabem, o som pode afetar muito a vida dos seres humanos, a relação entre a produtividade, saúde e bem-estar, podem ser extremamente afetadas pelo som. Isso causou uma grande curiosidade para estudar a quem mais o som afeta. Surgiu então o interesse de saber se o som tinha influência sob as plantas e, portanto, como afetava elas e como seria possível se beneficiar disso.

Até hoje, poucos estudos que comprovem cientificamente o efeito do crescimento de plantas submetidas a sons de intensidade e frequências variadas foram realizados. Portanto pesquisar e analisar uma espécie de plantas e seus comportamentos diante de diferentes propriedades do som é de extrema importância. Sendo assim, o projeto tem como objetivo analisar como as plantas reagem sob influências de diferentes frequências sonoras. Esse tema foi escolhido, pois a partir de pesquisas e conclusões espera-se descobrir novas tecnologias de avanço no cultivo de plantas de uma maneira mais sustentável, que não agrida o meio ambiente.

Neste contexto, esse trabalho tem objetivo de responder a seguinte pergunta: como o som afeta o crescimento das plantas?

Objetivos

Objetivo geral:

• Observar os efeitos do som no crescimento das plantas.

Objetivos específicos:

• Comparar as diferentes frequências de som em uma certa espécie de plantas.

• Classificar os resultados obtidos de acordo com diferentes frequências sonoras nas plantas.

Materiais e Método

LISTA DE MATERIAIS:

- 6 potes de palmito
- 2400g de terra
- 2 geradores de frequência sonora
- 1 maço de cebolinha
- Papelão
- 3 aquários de vidro com comprimento 20cm por 10cm de largura por 15cm de altura
- 1 aquário de vidro comprimento 50cm por 30cm de largura por 30cm de altura
- Fonte de alimentação
- Jumpers
- Módulo amplificador de som Tda2030a
- Protoboard
- Pipeta
- Água

Para montar nosso projeto utilizamos a planta cebolinha (*Allium schoenoprasum*), 3 aquários transparentes de tamanho 5cm por 25cm, 1 aquário de vidro comprimento 50cm por 30cm de largura e 30cm de altura, 400g de terra adubada para colocar em cada aquário, 2 geradores de frequência sonora, 1 fonte de alimentação, jumpers, 2 módulos amplificadores de som Tda2030a, 1 protoboard e 2 alto-falantes. O experimento consiste em 6 aquários, 2 para o controle, 2 para o nível 2 e 2 para o nível 3, como é mostrado na figura 6.

Figura 5: Cebolinhas cortadas prontas para a plantação

Figura 6: Cebolinhas plantadas

Figura 7: Quantidade de terra para plantar a cebolinha

Figura 8: cebolinhas plantadas

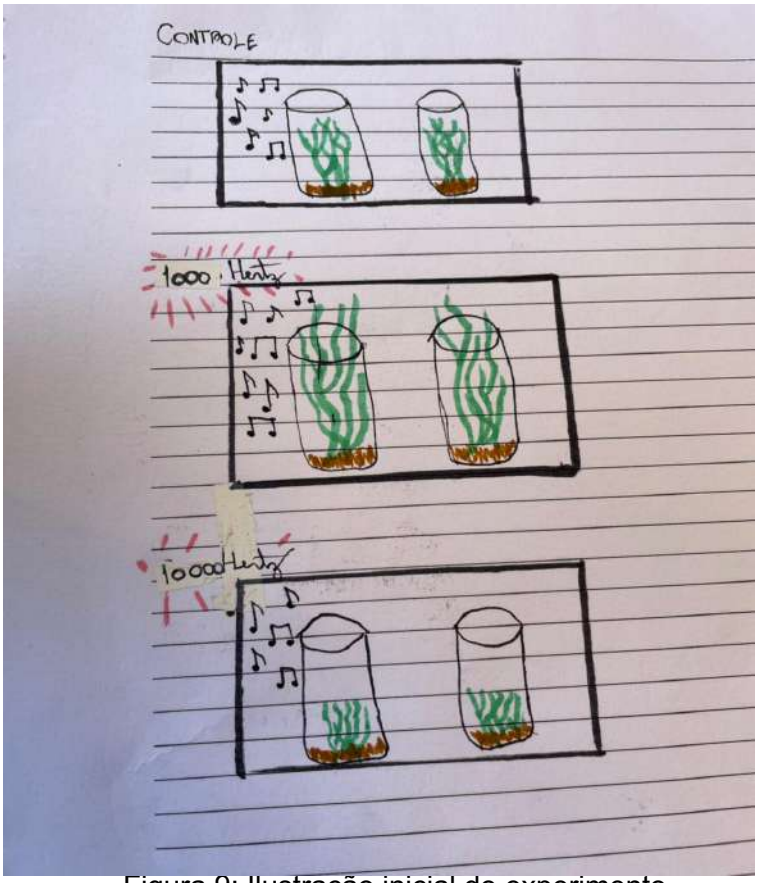


Figura 9: Ilustração inicial do experimento

O experimento foi organizado de maneira semelhante como está ilustrado na figura 9. No controle foram utilizados 2 potes de palmito com a cebolinha já germinada, onde o som foi controlado e isolado do ambiente, dessa forma teve uma frequência média de 100Hz nesse ambiente, com o máximo de isolamento acústico, como é mostrado na figura 10. Nos outros aquários foram dispostos 2 potes de palmito. No nível 2 as plantas estavam sob o efeito de 1000 Hz e no nível 3 de 10000Hz. Conectamos um alto-falante dentro do pote de palmito e conectamos ele a um gerador de frequência sonora, através do protoboard e de um módulo amplificador, então deixamos a cebolinha crescendo por 1 semanas com incidência sonora todos os dias, o dia todo, com a mesma incidência solar e com a mesma quantidade de água para todas elas.

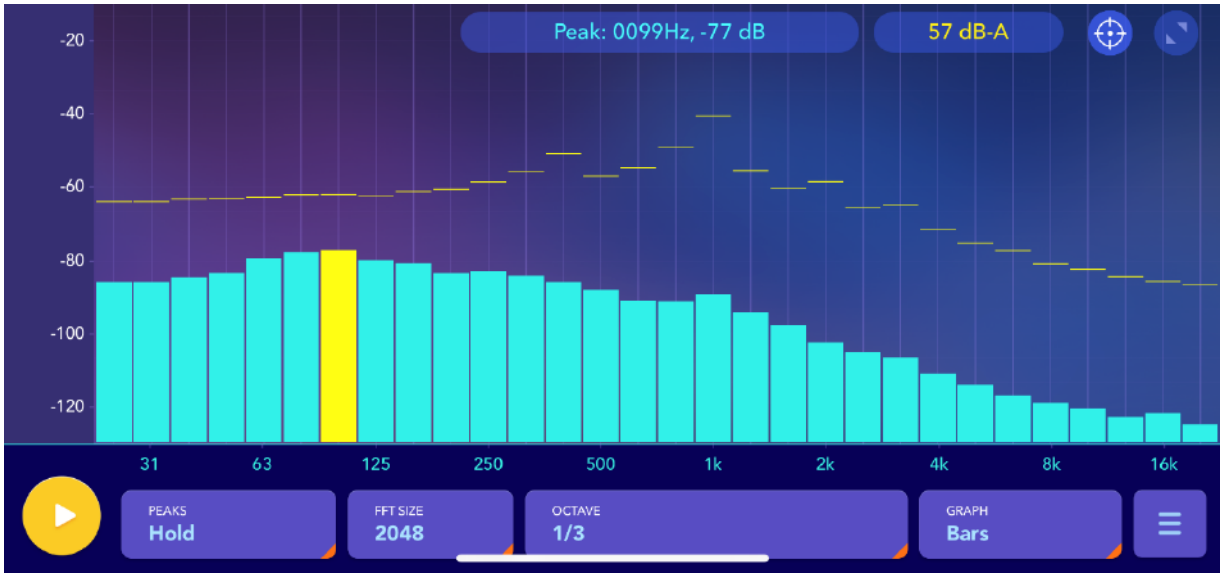


Figura 10: Aplicativo Spectrum mostrando a curva de distribuição de frequência sonora, o pico é de aproximadamente 100 Hz

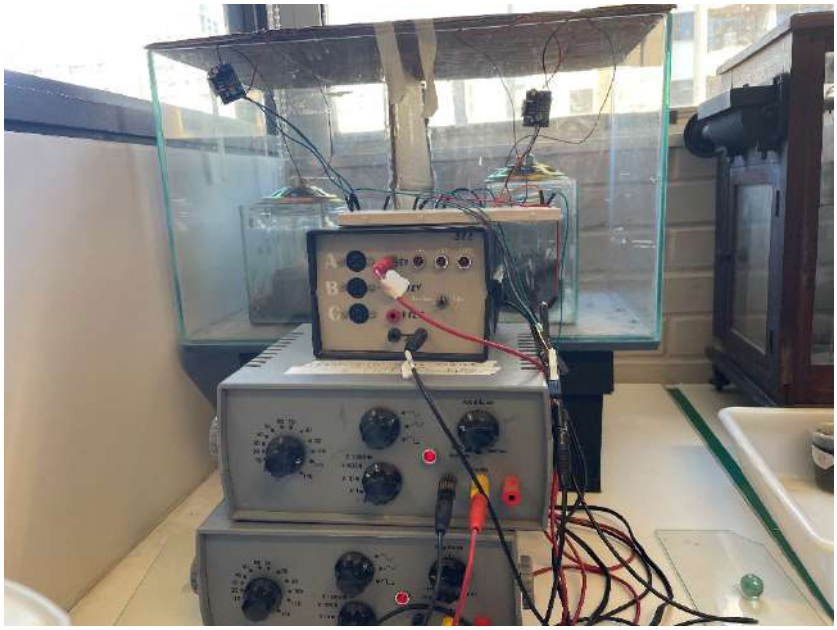


Figura 11: experimento em funcionamento

Ao final trabalho medimos o crescimento das plantas através da média do tamanho e da coloração. Dessa forma analisamos o efeito do som no crescimento das plantas.

Resultados e Discussão

A partir dos experimentos realizados foi possível obter resultados expressos na tabela 2:

	CONTROLE	1000Hz	10000Hz
Dia 1 (19/8)	**1:** 1,5cm **2:** 1,5 cm	**1:** 1,5cm **2:** 1,5 cm	**1:** 1,5cm **2:** 1,5 cm
Dia 3 (22/8	**1:** 2,3cm **2:** 2,2cm	**1:**1,8cm **2:** 2,1cm	**1:** 2,3cm **2:** 2,4cm
Dia 5 (24/8)	**1:** 5,8cm **2:** 5,0cm	**1.** 2,0cm **2.** 3,5cm	**1.** 4,5 cm **2.** 5,3 cm
Dia 7 (26/8)	**1:** 10cm **2:** 7,3cm	**1.** 2,5cm **2.** 5cm	**1.** 8 cm **2.** 8,7 cm

Tabela 2: Tabela de resultados

Os resultados obtidos indicam que as plantas do controle, ou seja, que estavam expostas ao som ambiente cresceram normalmente e de maneira saudável, com coloração verde, como já era esperado. Aconteceu algo semelhante com as plantas que estavam sob incidência de 10000Hz, apesar de terem crescido aproximadamente 1cm a menos em média, elas também cresceram de maneira saudável e com coloração verde. Já a planta que estava sob incidência de 1000Hz não cresceu e ficou mais escura, quase marrom, indicando aspectos não saudáveis da planta.

Apesar dos nossos experimentos nos mostrarem que uma a incidência de 1000Hz prejudica o crescimento de uma planta, não é possível tornar isso como evidência, isso porque existem diversos estudos e experimentos divergentes em relação a esse assunto, o que separa muito a opinião de especialistas, biólogos e cientistas. Além disso é necessário reconhecer, que apesar dos esforços feitos, o experimento por ser um trabalho escolar e não ter toda a estrutura necessária, está sujeito a irregularidades.

Conclusão

Após a análise de dados obtidos nos experimentos realizados, observamos que a planta controle cresceu de forma regular e saudável, assim como a planta que estava sob incidência de 10000 Hz. Já a planta sob a incidência de 1000 Hz além de ter se desenvolvido muito pouco ela não cresceu de maneira saudável.

Com os nossos dados não se pôde afirmar que as diferentes frequências de som, no caso 100, 1000 e 10000 Hz, possuem influência significativa no crescimento da cebolinha, sendo assim, processos naturais como a fotossíntese continuam fundamentais para seu desenvolvimento.

Referências

- HASSANIEN, R.H.; HOU, T.; LI, Y.; LI, B. **Advances in Effects of Sound Waves on Plants. Journal of Integrative Agriculture, China Agricultural University, Beijing, Cairo University, vol, 13/2, 2014, p. 335-348.** Disponível em:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209531191360492X. Acesso em: 18 mar. 2022.
- ALVES, M.S **. O uso de biofertilizantes na produção de morangos orgânicos em propriedades rurais: Um estudo de caso no Morro da Borússia**. Disponível em:https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/197837/001098446.pdf?sequence=1. Acesso em: 3 mar. 2022.
- **AFINAL, o Brasil é o maior consumidor de agrotóxico do mundo?: Grupos favoráveis e contrários à flexibilização da legislação sobre os produtos químicos discordam em relação ao título de que Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos**. Galileu, [*s. l.*], 25 abr. 2019. Disponível em: https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2019/06/afinal-o-brasil-e-o-maior-consumidor-de-agrotoxico-do-mundo.html. Acesso em: 3 mar. 2022.
- **IMPACTO de fertilizante agrícola no clima dobrou em 12 anos no Brasil: O gás é liberado pela decomposição dos adubos nitrogenados no solo. Esse tipo de emissão é um dos que mais crescem no Brasil**. ÉPOCA, [*s. l.*], 18 out. 2016. Disponível em: https://epoca.oglobo.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2016/10/impacto-de-fertilizante-agricola-no-clima-dobrou-em-12-anos-no-brasil.html. Acesso em: 3 mar. 2022.
- **EM 10 anos, o mundo poderá não ter produção de alimentos suficiente para sustentar o crescimento populacional.** Notícias agrícolas, [*s. l.*], 24 out. 2017. Disponível em: https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/201220-em-10-anos-o-mundo-podera-nao-ter-producao-de-alimentos-suficiente-para-sustentar-o-crescimento-populacional.html#.Ymk3v9rMLIV. Acesso em: 3 mar. 2022.
- JUNGES, A. L.; SANTOS, V. Y., MASSONI, N.T**. Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica.**

Experiências em Ensino de Ciências, v.15, n.5, 2018. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/194261. Acesso em: 3 mar. 2022.

- **REPRESENTANTE da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. FAO**, [*s. l.*], 28 jun. 2017. Disponível em: https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/. Acesso em: 3 mar. 2022.

Análise do crescimento de batata no solo de Marte com diferentes níveis de óxido de ferro.

André Sapolnik, Gustavo Macedo e Henrique Laranjo
Professores orientadores: Carolina Zambrana e Fabrício Masutti
Colégio Bandeirantes

Resumo

Se um dia colonizarmos Marte, uma das coisas mais importantes para se preocupar é como vamos lidar com a produção de comidas. Este estudo analisa o crescimento de batatas em solos com alta porcentagem de O2 e diferentes níveis de concentração de oxido de ferro (usado porque o solo marciano apresenta alta concentração de ferro), 10mg, 20mg e 30mg. Três amostras de um grupo controle sem ferro também foram usadas. Foi analisado que as batatas com maior concentração de sal de ferro dentro de seus solos (20mg e 30mg) haviam se desenvolvido mais, mostrando formações radiculares e desenvolvimento inicial de caules e folhas. Enquanto isso, os grupos de controle sem ferro e a amostra de 10 mg não tiveram tal crescimento, essas amostras 2 apresentaram uma taxa de crescimento muito mais lenta e uma maior tendência a desenvolver parasitas. O estudo mostra como até mesmo solos hostis podem fornecer possibilidades de atividade agrícola, devido à presença de minerais e componentes ricos que auxiliam o crescimento.

Palavras-chave: Agricultura; Solo; Crescimento; ferro; batatas.

Abstract

If we ever colonize Mars, one of the most important things to worry about is how are we going to deal with producing foods . This study analyses the growth of potatoes on soils with high percentage of O2 and different levels of iron salt concentration (used because Martian soil presents high iron concentration), which are 10mg, 20mg and 30mg. Three samples of a control group with no iron were also used. It was shown the potatoes with higher iron salt concentration within its soils (20mg and 30mg) had developed more, showing root formations, and starting to develop stems and leaves.

Meanwhile, the control groups with no iron and the 10mg sample didn´t show such growth, these samples presented a much slower growth rate and a higher tendency to develop parasites, such as fungi and bacteria. This study shows how even hostile soils can provide possibilities for agricultural activity, due to the presence of rich minerals and components.

Keywords: Agriculture; Soil; Growth; Potatoes.

Introdução

Nos últimos anos está ficando cada vez mais evidente que nosso planeta não está em boas condições, sendo afetado por diversos problemas como o aumento exponencial de dióxido de carbono na atmosfera, o aquecimento global e a poluição cada vez maior tanto na terra quanto no ar. Estes são só algumas das adversidades que enfrentamos.

A emissão de dióxido de carbono vem sendo um grande fator na deterioração de nosso planeta, visto que as indústrias produzem uma grande quantidade contribuindo para o aumento da poluição.

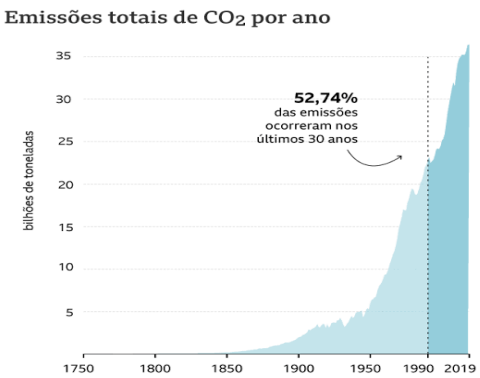


Figura 1: Emissão de CO2 entre o período de um ano (1750-2019) (G1)

Com as condições da Terra, cada vez mais deteriorantes, chegará um momento em que ela não suportara as ações prejudiciais e os humanos terão que explorar outro planeta, sendo Marte o mais viável por conta das explorações espaciais recentes terem trazido resultados positivos e por suas condições 3 serem mais favoráveis para uma colonização. Com sua temperatura de no máximo 25º, solo rochoso, presença de água no estado líquido, tamanho similar ao da Terra e tempo de viagem curto em comparação com o de outros planetas, com tais características o planeta vermelho seria a melhor opção para tentar nossa sobrevivência.

Com a eventual população de Marte várias preocupações surgiriam, como a moradia das pessoas, os meios de transporte e a adaptação dos humanos às condições do planeta. Porém o mais importante seria como manter uma fonte de alimento sustentável, preservando o meio ambiente, ajudando a economia e a sociedade. Como atualmente na Terra a fome atinge mais de 810 milhões de pessoas e mais de 22% das crianças são subnutridas, o problema da fome ainda está muito presente e quando Marte for acessado o problema será ainda mais alarmante. Isso se dá pela impossibilidade de levar uma fonte de comida infinita, o que faria necessário um plantio de alimentos no planeta vizinho. Pensa-se em uma grade de suprimentos básicos para transportar, como a batata, que é a raiz mais importante do mundo por possuir alta versatilidade e sustento ao organismo humano. (EMBRAPA, 2005; ONU, 2021).

Figura 2: Plantação de batatas (GAZETA, 2019)

Outro motivo para se utilizar a batata é porque ela é um alimento de alta versatilidade, que já está presente no prato de grande parte dos brasileiros. Trata-se de uma hortaliça de difícil cultivo, sendo um desafio constante aos fazendeiros, uma vez que pode atrair pragas e doenças. Como há uma alta demanda em seu consumo – mais de 1 bilhão de pessoas no mundo consome batata todos os dias - cada erro pode ser prejudicial ao lucro dos cultivadores. Uma pesquisa feita pelo IBGE em 2021 mostra que, somente no Brasil, sua produção movimenta cerca 5,4 bilhões de reais. Outro ponto importante é que, no Brasil, 90% da batata produzida é comercializada in natura e apenas 10% são fornecidos à industrias e esse consumo de batata pré-cozida aumenta cada vez mais. Com um valor energético elevado, esse tubérculo também é rico em proteínas e sais minerais, sendo composta de 80% de água, 16% de carboidratos (digeridos como glicose pelo organismo), 2% de fibras em sua casca e

mais 2% de proteínas. Além disso, possui vitaminas, conforme apresentado na tabela abaixo. (AGRICULTURA, 2021; SISTEMA, 2016).

Principais Vitaminas	Quantidade em 100 g
Vitamina A	45 UI
Vitamina B1 (tiamina)	165 mg
Vitamina B2 (riboflavina)	320 mg
Vitamina B5 (niacina)	1 mg
Vitamina C (ácido ascórbico)	15 mg

Tabela 1: Teor das principais vitaminas em 100g de batata

O solo marciano é extremamente vulcânico e rochoso, como pode ser observado na figura 3, sendo composto de grandes quantidades de ferrosilícios, que são pequenos fragmentos metálicos. Os de Marte, por sua vez, são compostos principalmente de oxigênio, silício e ferro. Além disso é muito importante analisar o solo antes do plantio, pois informações sobre sua composição podem ajudar a prever o resultado do plantio.

Além disso, a inspeção do solo auxilia a não plantar a espécie em um lugar que tenha deficiência em relação ao que ela precisa. Também é necessário saber os problemas e deficiências da terra para conseguir adaptar o solo e a espécie para as condições ideais (FLORESTA,2021)

É através desse reconhecimento, que exames e análises para corrigir solo utilizando métodos como fertilizantes, técnicas de plantio, exposição de condições naturais.

Uma das coisas mais importantes quando se trata de ir a Marte é a procura por nutrientes e compostos orgânicos e biológicos no solo (ZITA, 2011).

As futuras explorações em Marte serão necessárias para a detecção de um melhor lugar de plantio e as verificar a capacidade do solo marciano para plantação e seu potencial de desenvolvimento.

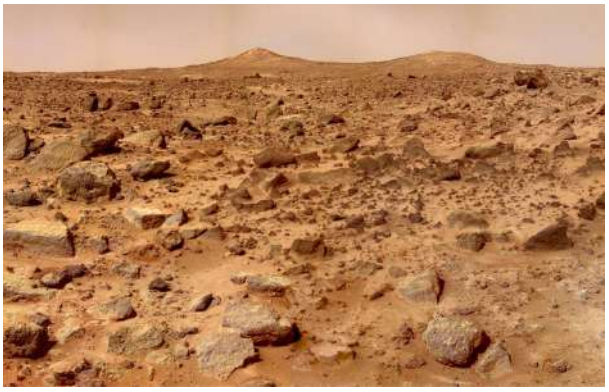


Figura 3: O solo vulcânico e rochoso de Marte.

Como retratado na figura a seguir a sonda curiosity em 2013, realizou uma série de fotos e amostras sobre o planeta vermelho em que o chão aparenta ser extremamente rochoso e arenoso, o que seria um desafio e tanto para o cultivo, porém seria necessário limpar o solo e tentar de uma maneira organizada realizar o cultivo em um espaço amplo e plano.

Figura 4: Sonda curiosity tirando fotos e amostras do planeta vizinho, Marte.

Tendo em vista o contexto apresentado, esse trabalho busca responder a seguinte pergunta de pesquisa: seria possível plantar batata em Marte para a sobrevivência da espécie humana?

Objetivos

Construir um modelo de plantação de batatas com diferentes níveis de concentrações de sal de ferro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analisar a composição do solo de Marte.
2. Observar o crescimento da batata em solo comum.
3. Selecionar espécies de batata ideais para o projeto.

Materiais e Método

Para os fazer o experimento foram utilizados os seguintes materiais:

- 6 Batatas-inglesas cortadas ao meio;
- 12 Garrafas pet de 1,5 litro cortadas sem o gargalo;
- 360 Gramas de terra natural;
- 180 Gramas de óxido de ferro;
- 360 Ml de água oxigenada (12 potes);
- Água para regar.

Para iniciar o experimento, as 6 batatas inglesas foram cortadas ao meio para germiná-las. Dessa forma, todas foram espetadas em palitos e colocadas em béqueres com água, deixando a ponta da batata submersa e a parte cortada exposta ao ar. Esse processo de criação da raiz durou cerca de 7 dias.

Figura 5: Batatas criando raízes

Durante esse processo, o tempo foi utilizado para produzir a terra. Para o experimento ser mais fiel à marte, a terra necessitou ficar árida, isto é, cozinhar a terra em banho-maria. Portanto, precisou-se colocar a terra árida em uma panela posta em cima de uma manta térmica para aquecê-la. O processo consistiu em esperar a panela aquecer, mexendo durante todo o tempo e adicionando a água oxigenada os pouco. Porém é comprovado que a lavagem não é 100% efetiva, isto é, a matéria orgânica

não é totalmente eliminada. Apesar disso, a remoção de cada elemento acontece de modo diferente. O carbono é eliminado com mais dificuldade por conta das raízes presentes no solo, atingindo entre 59 e 94% de remoção. O nitrogênio por sua vez é destruído em maior quantidade independente do solo ser pobre o rico em matéria orgânica, podendo ser 100% eliminado (F. Da Costa Verdade, 1954). Até a terra ficar árida, foram necessárias duas levas diferentes de 180g de terra e 6 potes de água oxigenada em cada uma.

Figura 6: Amostras do experimento

Para ser ecológica e sustentável, a plantação ocorreu em garrafas pet. Primeiramente, os gargalos de todas as garrafas foram cortados, ficando apenas os 1/3 delas. Com a terra e as batatas prontas em 1 semana, o processo de plantação iniciou-se, onde as batatas foram plantadas em todos os recipientes. Precisou-se dividir as garrafas em 4 grupos diferentes, 3 em cada grupo, todas com 30g de solo. As 3 garrafas separadas para controle foram preenchidas pela terra seca natural, já as outras 9 garrafas foram subdivididas. 3 delas tinham terra com 10g de sal de ferro, 3 tinham solo com 20g de sal de ferro e as últimas, 30g. Dessa forma, o experimento foi composto por batatas impostas à 3 níveis e 1 controle, todos com distintas quantidades de sal de ferro.

Por fim, para deixar as batatas saudáveis e proporcionar a melhor condição de crescimento, regou-se 50ml a cada 2 dias.

Figura 7: Amostras após uma sessão de irrigação.

Resultados e Discussão

A partir do que foi observado nos experimentos, podemos concluir que um dos fatores que interferiu diretamente nos dados obtidos é o fato de que o sal de ferro pode ter desenvolvido um papel importante no desenvolvimento das plantas, uma vez que pode atuar como fator catalisador da fotossíntese.

Acredita-se que este resultado se deu pelo efeito impulsionador que o sal de ferro tem em suas plantações e a regularidade de rega, que também não foi a ideal para o crescimento das plantas, já que a maioria morreu.

Figura 8: Batata após amostra desmontada

Ao longo do projeto apenas algumas batatas cresceram brotos, precisamente as batatas do Controle exp2, 20g de ferro exp1 e exp2, o resto das amostras morreram e as leguminosas ao final do experimento ficaram moles, e algumas restaram apenas a sua casca, a terra por sua vez ficou mais escura com um tom avermelhado, e úmida, devido ao excesso de água durante o processo de regá-las.

Figura 9: Casca da batata na terra após a amostra ser desmontada.

Conclusão

Considerando os resultados, concluiu-se que as batatas não cresceriam nessas condições de solo. Independente do afogamento das amostras e do tempo em que elas ficaram sem contato com água, as leguminosas não se 10 desenvolveriam. Como dito nos resultados, o óxido de ferro atuou como catalisador da fotossíntese, impossibilitando a vida. Se algum dia o ser humano colonizar Marte, ou criará algo genial que faça as batatas crescerem, ou se contentará com uma vida sem elas presentes em sua alimentação.

Referências

- BBC. Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/geral-59013520. Acesso em 22 de março de 2022.
- CNN. Disponível em <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/fome-atingecerca-de-811-milhoes-de-pessoas-no-mundo-diz-relatorio-da-onu/. Acesso em 19 de março de 2022.
- EMBRASA. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17983679/trigo-e-o-cereal-mais-importante-do-mundo. Acesso em 22 de março de 2022.
- RAMOS, SlidePlayer. Disponível em <https://slideplayer.com.br/slide/297036/. Acesso em 21 de Março de 2022.

- BIONEWS. Disponível em <https://biotrigo.com.br/bionews/plantio-de-trigoreduz-incidencia-de-plantas-daninhas-no-solo/1467. Acesso em 23 de março de 2022.
- DOS SANTOS, H. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/BpDDqdjHSbDd75hVwSR4pXQ/?lang=pt&format=pdf. Acesso: 25 de Março de 2022.
- ZITA, M. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/handle/10284/2396. Acesso: 5 de Março em 2022.
- GRESHKO, M. Disponível em <https://www.nationalgeographicbrasil.com/espaco/querem-humanos-em-marte-comece-com-uma-estacao-espacial-marciana.
- AGRICULTURA. Batata se tornou essencial no prato do brasileiro e Paraná é o segundo produtor nacional. Bem Paraná, 2021. Disponível em: https://www.bemparana.com.br/noticia/batata-se-tornou-essencial-no-prato-dobrasileiro-e parana-e-o-segundo-produtor-nacional#.Yu1Nf0XMLIV. Acesso em: 05 de agosto de 2022.
- SISTEMA de produção Embrapa. Introdução e importância econômica, 2016. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_id=1&p_p_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8803&p_r_p_996514994_topicoId=1310. Acesso em: 05 de agosto de 2022.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. A cultura da batata. Embrapa, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/composicao-nutricional. Acesso em: 05 de 2022.
- FLORESTA. Porque a análise do solo é importante para o plantio de árvores. MERCADO FLORESTAL, 2021. Disponível em: https://mercadoflorestal.com.br/artigos/analise-do-solo-para-o-plantio-dearvores. Acesso em: 10 de agosto de 2022.
- BLOGPLANTEI, Como prepara o solo para cultivar hortaliças. Disponível em: https://blog.plantei.com.br/como-deve-ser-o-solo-para-o-cultivo-de-hortalicas/. Acesso em: 10 de agosto de 2022.
- F. DA COSTA VERDADE. Ação da água oxigenada sobre a matéria orgânica do solo. F. Da Costa Verdade, 1954. Disponível em: https://www.scielo.br/j/brag/a/8YjJkBKWddbVdp9kCrJ8VHC/?lang=pt&format=pdf.

IMAGENS

- Figura 1. - https://www.bbc.com/portuguese/geral-59013520
- Figura 2 - http://gazeta-rs.com.br/agosto-e-setembro-sao-os-meses-propicios-paraplantacao-de-batatas/
- Figura 3 - https://olhardigital.com.br/2020/09/03/ciencia -e-espaco/nasadivulga-imagem-de-marte-feita-ha-23-anos/
- Figura 4 - https://www.google.com/search?q=solo+de+marte&rlz=1C1CHBD_enBR930BR930&hl=pt-PT&sxsrf=APqWBvaHh8ZWB97o0Q0HzvxG6fKdWASw:1648074960369&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiFss3Upd32AhV8HLkGHeZSBHgQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&bih=912&dpr=1#imgrc=mK2srUnkTeYxAM&imgdii=GtHoQIg4iUfy7M.
- Figura 5 - https://www.nationalgeographicbrasil.com/espaco/querem -humanos-em-marte-comece-com-uma-estacao-espacial-marciana
- Figura 6 - https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/composicao -nutricional

Agricultura de feijões em solo marciano simulado exposto à radiação ultravioleta

Enzo Zaia, Henrique Falcão, João Gabriel Oliveira, João Pedro Hugues, Leonardo Kuniochi.

Professora orientadora: Fernanda Sodré, Lilian Siqueira

Colégio Bandeirantes

Resumo

Aquecimento global e danos extremos ao ambiente natural terrestre são pontos principais quando é discutido quanto tempo humanos sobreviverão neste planeta. Baseado nisso, o grupo propôs um experimento para testar se humanos podem lidar com as dificuldades de praticar agricultura em Marte. O projeto visa testar como o crescimento vegetal, de feijões em específico, é afetado pelos altos níveis de radiação ultravioleta presentes na superfície marciana. O experimento consiste no cultivo de sementes de feijão - uma amostra exposta somente à luz solar e as outras duas expostas à ultravioleta, porém uma possuindo um filtro solar. A hipótese inicial era que a exposição excessiva à UV iria diminuir o desenvolvimento da planta. Os resultados foram parcialmente de acordo com as expectativas; o maior crescimento foi na planta não exposta à UV, mas a planta que estava diretamente exposta cresceu mais que a protegida pelo filtro. Portanto, apesar de resultados levemente inesperados com a planta protegida pelo filtro, a exposição prolongada à luz ultravioleta teve um impacto negativo no tamanho e desenvolvimento da planta, assim como o solo marciano simulado usado no experimento.

Palavras-chave: Marte; radiação ultravioleta; UVA; agricultura; solo marciano simulado; solo marciano.

Abstract

Global warming and extreme damages to the Earth´s natural environment are main topics when discussing how long can humans still survive in this planet. Based on this,

the group proposed an experiment to test if humans would be able to cope with the difficulties of practicing agriculture in Mars. The project aims to test how the growth of plants, beans in specific, is affected by the high levels of ultraviolet radiation on Mars´s surface. The experiment consisted in growing bean seeds, one of them exposed only to sunlight and the other two exposed to ultraviolet light, but one protected by a sunscreen filter. The initial hypothesis was that the exposure to ultraviolet light would diminish the plants' growth. Our results were partially accordingly to expectations; the greatest growth was in the plant not exposed to UV, but the plant directly exposed to radiation grew more than the bean protected by the filter. Therefore, despite mildly unexpected results concerning the sunscreen protected seed, lengthy exposure to ultraviolet radiation did have a negative impact on the plants´ size and development, as well as the simulated Martian soil used in the experiment.

Keywords: Mars, ultraviolet radiation; UVA; agriculture; simulated Martian soil; Martian soil.

Introdução

A exploração de Marte, o planeta com mais possibilidade de ocupação humana em um futuro próximo, está cada vez mais sendo considerado como uma necessidade para a sobrevivência da espécie. Porém, o ambiente, em comparação com a Terra, é extremamente hostil devido à falta de um campo magnético global, escassez de O_2, baixas temperaturas e radiação cósmica (GCR e SEP) e ultravioleta intensa, e, portanto, remediações para esses fatores são necessárias para a ocupação definitiva.

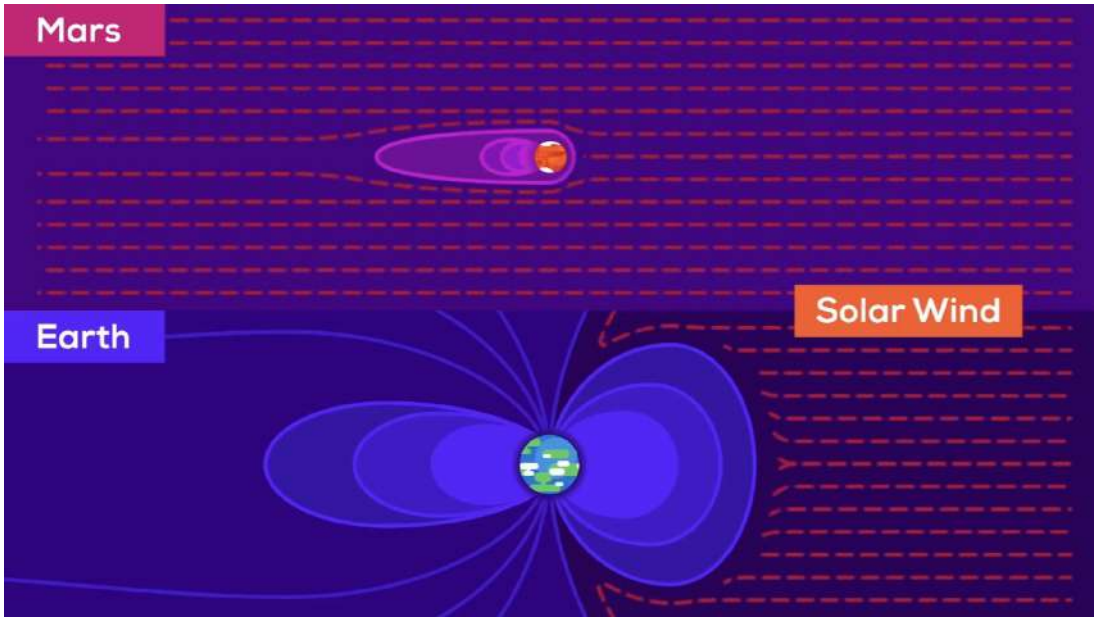


Figura 1: Comparação entre os campos magnéticos de Terra e de Marte.

Radiação é uma propagação de energia ocorrida sob forma de partículas ou sob forma de ondas eletromagnéticas. Os principais elementos de uma onda eletromagnética são o período, frequência e o comprimento de onda (lambda), medida em, no Sistema Internacional de Unidades (S.I.). Essas medidas classificam os diversos tipos de ondas eletromagnéticas, organizados em faixas, segundo suas frequências ou comprimentos de onda, num gráfico denominado espectro eletromagnético, com visto no seguinte esquema:

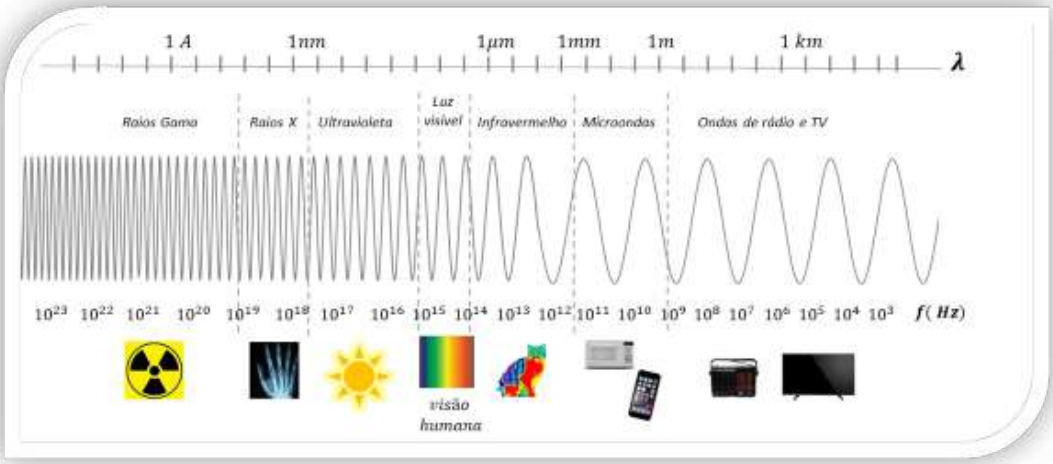


Figura 2: Espectro eletromagnético.

A radiação objeto de estudo dessa pesquisa é a ultravioleta (UV), que ocorre naturalmente pela irradiação da luz do Sol, e é classificada em três faixas de

comprimento de onda: UVA (320-400 nm), UVB (280-320 nm), UVC (100-280 nm). A radiação UVA (conhecidas popularmente por luz negra), possui maior comprimento de onda, sendo menos energéticas. Contudo, penetram profundamente na pele, atingindo a derme. A atmosfera da Terra absorve 99% da radiação UVA e UVB e 100% da UVC por conta da camada de ozônio e um campo magnético forte, ambos fatores não presentes em Marte, possibilitando altas taxas da radiação ultravioleta na superfície do planeta.

A radiação testada foi a UVA, a luz negra, produzida artificialmente por uma lâmpada ultravioleta, uma lâmpada que produz luz na frequência da radiação. Já para filtrar a radiação no experimento, um protetor solar comum 30 FPS foi usado. Filtros solares protegem contra radiação ultravioleta utilizando em sua composição substâncias que absorvem parte na luz que os atinge, assim chegando menos radiação à pele ou ao corpo que o filtro está sobre. O filtro, colocado entre a planta e a lâmpada, simula uma proteção que seria usada em Marte.

A simulação também é acompanhada com um solo marciano simulado produzido pelo grupo com os componentes mais comuns do solo marciano real. Segundo Wamelink *et al*, 2014, simulações de solo marcianos podem ser feitas de maneira satisfatória, sendo possível a germinação de amostras de centeio, agrião e mostarda., já que o solo marciano tem características favoráveis quanto a alguns nutrientes e a retenção de água para o crescimento de plantas. O projeto também testa a eficácia desse solo em comparação com uma terra comum, realizando o plantio de ambos nas mesmas situações.

Além do solo, o projeto se dedica principalmente em analisar o efeito da radiação ultravioleta no crescimento de plantas de feijão expostas à radiação. O esperado é que os feijões cultivados sob lâmpadas ultravioletas UVA crescerão menos em comparação aos que estão expostos a somente a luz natural e aos que crescerão com um filtro solar entre a planta e a fonte ultravioleta, pois a radiação UV excessiva é danosa ao cultivo vegetal. Experimentos feitos com UVB mostram que a radiação mencionada causa danos aos tecidos e células vegetais, redução do tamanho das folhas e diminuem produtividade da colheita (TERAMURA, 1983). Outro estudo feito com o cultivo de alfaces demonstra que a radiação UVA é ser benéfica à planta, sendo essencial para metabolismo e crescimento de biomassa, mas ainda

maléfica em altas quantidades, prejudicando o desenvolvimento e produtividade (CHEN *et al*, 2019).

Portanto, os resultados obtidos neste projeto trazem novas informações sobre o crescimento de outra espécie, o feijão, exposto à luz ultravioleta UVA, contribuindo mais para o conhecimento dos perigos de Marte e seus efeitos, facilitando a futura colonização do Planeta Vermelho.

Objetivos

Objetivo geral: Verificar os efeitos da radiação ultravioleta excessiva e da fertilidade do solo marciano no crescimento de plantas.

Objetivos específicos:

1. Verificar se radiação ultravioleta é maléfica ao crescimento vegetal;
2. Estudar a composição do solo marciano e sua fertilidade;
3. Estudar o nível de radiação ultravioleta presente em Marte;
4. Determinar quais nutrientes seriam necessários para complementar o solo marciano;
5. Determinar métodos para filtrar a radiação UV em Marte.

Materiais e Método

Para o plantio do feijão, serão usados:

1. Terra;
2. Água para rega;
3. Protetor solar – Fotoprotetor ISDIN 30 FPS;
4. Duas lâmpadas ultravioletas 36W da marca Luz Negre;
5. 6 Vasos;
6. Grãos de Feijão (4 em cada vaso, totalizando 24 feijões usados);
7. Solo marciano simulado, com a seguinte composição:

Tipo de óxido + Sílica	massa
Óxido de cálcio	4,7g
Óxido de magnésio	2,8g
Óxido de ferro	5,1g
Óxido de alumínio	7,9g
Sílica (areia)	22,9g
Total	43,4g

Tabela 1: composição de óxidos e sílica para simulação de solo marciano.

A composição em porcentagem foi baseada no solo marciano simulado Mojave Mars Simulant 1 (MMS-1), feita pela empresa The Martian Garden, e a quantidade de massa usada foi decidida pelo tamanho dos vasos e a quantia disponível ao grupo.

Figura 3: Vasos com o solo marciano simulado e a lâmpada ultravioleta usada.

O plantio é feito com 6 vasos diferentes, com 2 vasos em cada uma das três situações diferentes:

1. Controle (apenas luz solar);
2. Exposto a luz ultravioleta;

3. Exposto a luz ultravioleta com um filtro solar entre a planta e a lâmpada.

O filtro da Situação 3 é feito pela aplicação do protetor solar em uma lâmina de vidro que é posicionada entre a lâmpada ultravioleta e o vaso do feijão (conforme Figura 6).

Figura 4: Situação 1 – Controle.

Figura 5: Situação 2 – Exposto.

Figura 6: Situação 3 – Com filtro.

Cada situação possui 2 vasos, um deles tem terra comum e o outro com o solo marciano simulado.

A rega foi feita a cada 2 ou 3 dias, com entre 10 mL a 15 mL por vaso. Já a luz ultravioleta foi ligada de segunda-feira a sexta-feira, com horários variando entre 3 e 7 horas por dia, como se vê na seguinte tabela.

Data	Horário que luz foi ligada	Horário que a luz foi desligada	Tempo total de exposição
19/08	14:36	15:52	1:16
22/08	7:12	14:38	7:26
23/08	7:14	12:27	5:13
24/08	8:44	16:21	7:37
25/08	6:41	12:30	5:49
26/08	9:21	16:20	6:59
30/08	9:30	12:30	3:00
31/08	9:10	16:20	7:10
1/09	10:08	12:30	2:22
2/09	8:42	16:20	7:38

Tabela 2: Registro diário das horas em que as situações 2 e 3 ficaram com a lâmpada UV ligada.

Resultados e Discussão

O crescimento foi observado entre 19/08 e 31/08. A seguir, apresenta-se as medidas finais do caule dos feijões plantados:

Situação e Tipo de Solo	Crescimento do caule (em cm)
Situação 1 – Terra comum	24 cm
Situação 1 – Solo marciano simulado	0 cm
Situação 2 – Terra comum	16 cm
Situação 2 – Solo marciano simulado	2,5 cm
Situação 3 – Terra comum	1 cm
Situação 3 – Solo marciano simulado	0 cm

Figura 7: Crescimento final do controle (Situação 1).

:

Figura 8: Crescimento final da Situação 2.

Figura 9: Crescimento final da Situação 3.

A hipótese inicial era que as amostras expostas a radiação UV atenuada pelo filtro teriam um crescimento maior do que as amostras expostas a radiação sem proteção, e ambas tendo crescimento menor do que o controle, exposto apenas a luz solar.

Apesar desta última parte ter se provada verdadeira, com o crescimento do controle sendo maior que os outros, mas o que se observou nos casos com ultravioleta foi um crescimento maior do feijão nas amostras expostas a radiação UV sem proteção, enquanto que as amostras com o filtro solar cresceram pouquíssimo ou não cresceram.

É provável que o que ocorreu foi que o filtro solar, além da luz ultravioleta, bloqueou a luz solar também, impedindo a fotossíntese dos feijões nessa situação e por consequência, seu crescimento saudável. Outra possibilidade é que bloquear a UVA natural não é benéfica a planta, pois, em acordo com Chen, é parte de seu metabolismo essencial. Já entre o controle e os feijões expostos, o crescimento foi condizente com a suspeita inicial, que a ultravioleta acima da dose natural advinda do Sol é prejudicial ao desenvolvimento da planta.

Além disso, mesmo com as conhecidas desvantagens, era esperável que o solo marciano simulado funcionasse razoavelmente para o feijão, dado que este cresce facilmente, porém o solo se provou em todas as situações inapropriado para o plantio. Isso é devido à composição do solo marciano, que não apresenta compostos com nitrogênio, fósforo, enxofre ou potássio, todos sendo macronutrientes fundamentais do cultivo do feijão (BROWN, WESTERMANN, 2000).

Conclusão

O experimento comprovou a hipótese que a luz ultravioleta reduz o crescimento da planta, porém o filtrar a luz UVA não se mostrou beneficial, tendo bloqueado luz visível e UVA necessária para o desenvolvimento vegetal.

Além disso, o solo marciano simulado se provou pobre e ineficaz para o crescimento do feijão. Portanto, o plantio em solos marcianos, simulados ou não, deverá ser feito com auxílio de adubos para garantir à planta os elementos essenciais de seu metabolismo.

Referências

- WAMELINK, GW Wieger; FRISSEL, Joep Y.; KRIJNEN, Wilfred H. J.; VERWOERT, M. Rinie; GOEDHART, Paul W. **Can plants grow on Mars and the moon: a growth experiment on Mars and moon soil simulants. PLoS One, v. 9, n. 8, p. e103138, 2014**. Disponível em: < https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0103138 >. Acesso em: 16/03/2022.
- TERAMURA, Alan H. **Effects of ultraviolet-B radiation on the growth and yield of crop plants.** Physiologia Plantarum, v. 58, n. 3, p. 415-427, 1983. Disponível em: < https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1399-3054.1983.tb04203.x >. Acesso em: 26/08/2022.
- CHEN, Yongcheng et al. **UVA radiation is beneficial for yield and quality of indoor cultivated lettuce.** Frontiers in Plant Science, v. 10, p. 1563, 2019. Disponível em: < https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.01563/full >. Acesso em 21/09/2022.
- BROWN, Brad; WESTERMANN, Dale. **Soil fertility and bean production.** University of Idaho, 2000. Disponível em: < https://zursunbeans.com/wp-content/uploads/2017/03/Idaho-Soil-Fertility-and-Bean-Production.pdf >. Acesso em: 05/10/2022.
- < https://www.themartiangarden.com/tech-specs > Acesso: 10/06/2022.

A influência de temperaturas no crescimento dos feijões

Francisco Leme, Pedro Fleury, Pedro Dias e Pedro Russo
Professor(a) orientador(a): Fernanda Sodré, Lilian Siqueira
Colégio Bandeirantes

Resumo

Caso a humanidade consiga ir a Marte, será necessário cultivar lavouras, nas altas e extremas temperaturas do planeta, então deve haver estudos prévios para entender como vamos fazer isso. Com isso em mente, este estudo explorou as diferenças que ocorrem quando o feijão é plantado em diferentes temperaturas e como eles reagem a elas. Além disso, nosso estudo pode orientar os humanos sobre como se preparar para o cultivo de plantas caso a humanidade consiga ir a Marte. Para tentar entender as diferenças que a temperatura poderia fazer no feijão, analisamos dois potes de talos de feijão, um à temperatura ambiente e outro a -5°C com gelo. Os vasos foram colocados nas mesmas caixas e com a mesma luz para simular o sol, ou seja, todas as variáveis foram iguais, exceto as temperaturas. Os resultados sugeriram que as plantas na caixa de baixa temperatura tiveram mais dificuldades de crescimento, pois de 12 brotos de feijão, apenas 2 brotaram, enquanto as plantas na caixa em temperatura ambiente tiveram seu crescimento natural, atingindo até 24cm de altura. Concluindo, caso a humanidade consiga ir a Marte, será necessária uma estufa melhor e bem preparada para que as plantas cresçam normalmente.

Palavras-chave: Feijão, temperatura, Marte, ecossistema, crescimento

Abstract

In case humanity manages to go to Mars, it will be necessary to cultivate crops, in the high and extremes temperatures of the planet, so there must be previous studies to understand how are we going to do that. With this in mind, this study explored the diferences that occur when beans are planted at different temperatures and how they react to them. Besides that, our study can guide humans about how to prepare for

growing plants in case the humanity manages to go to Mars. To try to understand the differences the temperature could make at the beans, we analysed two pots of bean stalks, one at room temperature and one at -5°C with ice. The pots were placed in same boxes and with the same light to simulate the sun, that is, all the variables were the same except the temperatues. Results suggested that the plants in the low temperature box had more difficulties growing, since out of 12 bean sprouts, only 2 sprouted, while the plants in the box at room temperature had their natural growth, reaching up to 24cm high. In conclusion, in case the humanity manages to go to Mars, it will be necessary a better and well- prepared greenhouse to make the plants grow up normally.

Keywords: beans; temperature; Mars; ecosystem; growth

Introdução

Esse projeto tem como uma pergunta de pesquisa o fato de como objetos da Terra, alimentos etc., se comportariam nas extremas temperaturas de Marte. Assim, o objetivo do grupo foi fazer um experimento em que é possível simular como um alimento em Marte pode sofrer com essas temperaturas. Dessa forma foram utilizadas sementes de feijão colocadas em uma caixa de isopor que ficaram ou dentro de uma caixa de isopor com gelo simulando uma temperatura de -20°C, ou seja, uma temperatura normal em Marte, ou em apenas uma caixa de isopor à temperatura ambiente, com isso é possível determinar quanto o alimento resiste e o que seria necessário para adaptá-lo às condições de Marte se em algum momento, os seres humanos consigam fazer essa viagem.

Não é de hoje que o ser humano tem a ambição e o desejo de explorar o espaço. Muitas das nossas tecnologias que temos nos dias de hoje foram só possíveis de serem feitas a partir de descobertas e pesquisas feitas no espaço. Também, não é novidade para ninguém que o nosso planeta vem enfrentando sérios problemas ambientais, que vem se agravando a cada ano e consequentemente causando um aumento na temperatura média do planeta.

Caso esse problema continue em ritmo acelerado é evidente que as consequências sejam irreversíveis, isso já era sabido desde quando Stephen Hawking propôs que os humanos devem sair da Terra em até 100 anos "Apesar de serem muito

pequenas as chances de um desastre natural destruir o planeta Terra em um determinado ano, é preciso destacar que essas chances têm aumentado com o passar do tempo e vão acabar se tornando uma certeza para os próximos mil a 10 mil anos. Por isso, já deveríamos estar espalhados por todo o espaço e outras estrelas, para que um desastre na Terra não signifique o fim da raça humana", disse Hawking. Com isso, muitos pesquisadores estão pesquisando e analisando a possibilidade de num futuro não tão distante, colonizar e habitar Marte. "Existem muitas semelhanças entre a Mars One, projeto cujo objetivo é colonizar Marte e a Apollo 11 que, em 1969, levou Neil Armstrong, Michael Collins e Edwin Aldrin à Lua" (BERTUSSI, 2016, p. 159, PEREIRA, et al, 2001).

Entretanto, o planeta vermelho possui algumas características muito diferentes da terra, e isso pode dificultar a habitação em Marte.

Percebe-se, portanto, que é necessário pensar sobre o que vai nos estar esperando em Marte e como podemos nos prevenir principalmente em relação as extremas temperaturas do planeta e como vamos nos abrigar, comer e fazer atividades do nosso cotidiano diante dessas condições.

Figura 1: Comparação de tamanho Terra e Marte

Marte é um mundo desértico e gelado, também é o quarto planeta do sistema solar que possui duas luas. Comparando com a Terra tem características parecidas como estações, calotas polares, vulcões e desfiladeiros, porém a possibilidade de existir água líquida em sua superfície ainda divide opiniões de cientistas.

Alguns dados importantes de Marte são que possui diâmetro de 6794 km, área de superfície de 144.800.000 km², uma massa de 6,42x10 elevado a 23 km, uma densidade 3,93 g\cm3, gravidade de 3,71 m\s², tem uma distância do Sol de 227.940.000km, um período de rotação de 24 horas e 37 minutos, período de translação 687 dias, temperatura média de -62,77°C e por fim sua atmosfera possui composição de dióxido de carbono, nitrogênio e argônio.

Figura 2: Sonda em Marte

Objetivos

Observar e analisar o comportamento e crescimento do feijão, sob baixa temperatura e temperatura ambiente, em um sistema controlado (iluminação à base de LEDs), pesquisa que pode contribuir para exploração espacial e sobrevivência em outros planetas.

Materiais e Método

- Caixas de Isopor
- Sementes de Feijão
- Fita Métrica
- Potes com terra
- Gelo

- Baterias
- Lâmpadas LED

Usaremos sementes divididas em 4 potes, dois em uma caixa de isopor com gelo e luzes LED ligadas à uma bateria, e os outros dois potes a outra caixa em temperatura ambiente com luzes LED ligadas à um carregador plugado em uma tomada. Assim veremos como as sementes reagem as diferentes temperaturas.

Com relação ao design experimental, a ideia é manter a mesma iluminação em todos os sistemas – caixas 1 e 2, sendo a iluminação uma constante do problema, para que se possa obter resultados sobre a relação da baixa temperatura com o crescimento das plantas. Assim, podemos resumir, na Tabela 1:

Sobre o design experimental	
Variável independente	Temperaturas dos sistemas 1 e 2
Variável dependente	Comprimento dos caules dos feijões
Constante	Iluminação artificial, a base de LEDs

Tabela 1: Conceitos importantes do design experimental: variáveis e constantes.

A Figura 3, abaixo, mostra os sistemas 1 e 2 finalizados, para que sejam iniciados os experimentos.

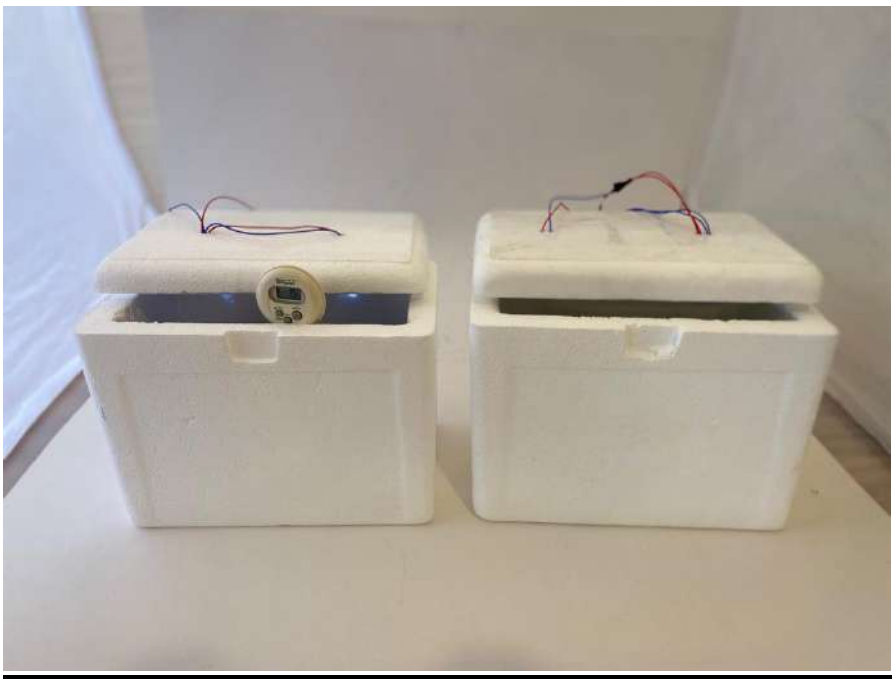


Figura 3: Caixas com os potes de semente dentro a primeira com gelo medindo -15°C e a segunda a temperatura ambiente.

Resultados e Discussão

Nas aferições realizadas durante a pesquisa, registramos que, na caixa 1, a temperatura medida ficou entre 16°C a 20°C.

Data de medição: 31 de agosto

Caixa 1 (caules)	Comprimento (cm)
1	23
2	23
3	19
4	24
5	20
6	19
7	12
8	7
9	5
Média	**16,9**

Na Tabela 1, apresenta-se os dados resultantes do crescimento dos feijões na caixa com temperaturas entre 16°C a 20°C, exposta a mesma iluminação a base de LEDs.

Data da medição: 31 de agosto.

Caixa 2 (caules)	Comprimento (cm)
1	4
2	3
Média	**3,5**

Na Tabela 2: apresenta-se os dados resultantes do crescimento dos feijões na caixa a baixa temperatura. Neste caso, foi medido a temperatura entre -3°C a - 5°C.

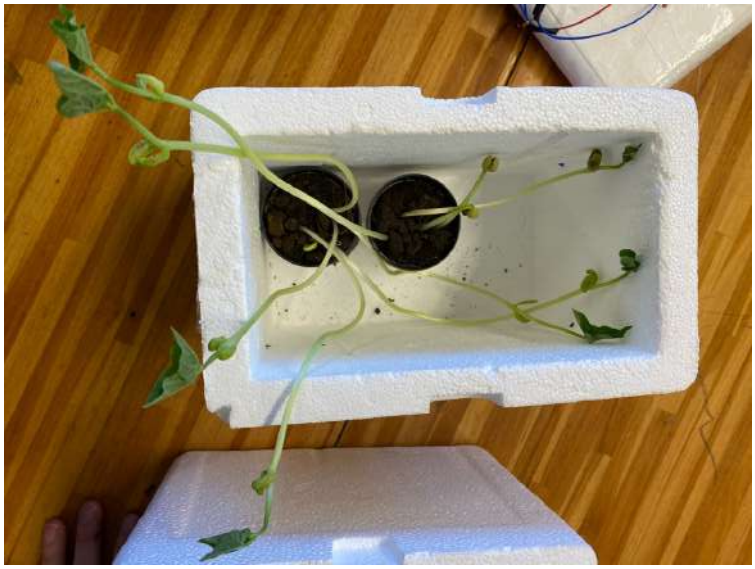


Figura 4: caixa 2 e o menor crescimento das amostras

Foram plantados, em cada vaso, 6 sementes de feijões, ou seja, dois vasos, contendo amostras de 6 feijões estavam na caixa 2. Apenas 2 feijões germinaram, originando o caule, cujo comprimento foi medido pelo grupo.

Figura 5: Caixa 2, na qual os feijões tiveram dificuldade em crescer

A seguir, apresenta-se o gráfico da taxa de fotossíntese em função da temperatura:

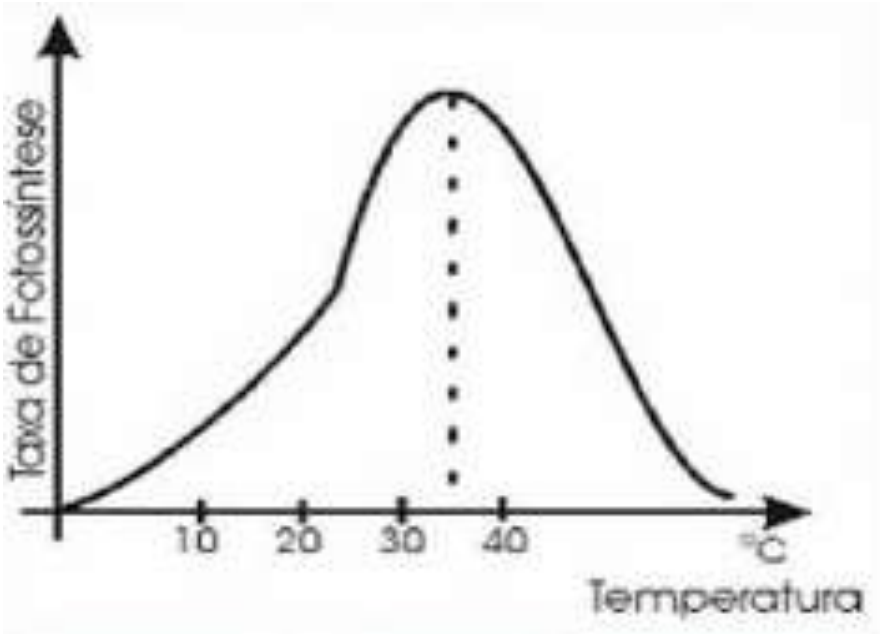


Gráfico 1: Taxa de fotossíntese versus temperatura

A maior parte dos processos biológicos correm com a ajuda das enzimas. Em geral, as enzimas são de natureza proteica e possuem estrutura tridimensional. Sabe-se que, a partir de uma determinada temperatura, a estrutura tridimensional pode ser destruída, ocorrendo uma desnaturação. Assim, as enzimas param de funcionar quando o sistema ultrapassa uma certa temperatura limite (conforme mostra o Gráfico 1). (RODRIGUES, et al, 2003; MACHADO, 2002).

Além disso, pode-se verificar, para baixas temperaturas, a taxa de fotossíntese das plantas torna-se bastante reduzida.

Após o plantio das sementes de feijão, no sistema “caixa 1”, os caules se desenvolveram bastante, com relação ao sistema “caixa 2”. O crescimento dos caules foi medido. Foram plantados, em cada vaso, 6 feijões. 2 Vasos, contendo amostras de 6 feijões estavam na caixa 1. São 9 os feijões que germinaram, originando o caule, cujo comprimento foi medido pelo grupo.

Conclusão

Com os resultados do grupo, é possível concluir que as plantas na caixa 2 (baixa temperatura), tiveram uma grande dificuldade em crescer, já que de 12 brotos de feijão, apenas 2 brotaram e mesmo assim não conseguiram crescer, como visto na tabela 2. Os brotos da caixa à temperatura ambiente tiveram seu crescimento natural, chegando até a 24cm de altura. Portanto, em relação ao objetivo central do grupo, ou seja, uma pesquisa que pode mostrar se o crescimento de plantas em um planeta (Marte) com baixas temperaturas pode acontecer, pode- se dizer que seria necessária uma estufa mais preparada para segurar as temperaturas, mas seria sim possível plantá-las, já que mesmo em um experimento mais básico, os feijões conseguiram crescer, chegando a conclusão que com os preparativos certos, seria possível haver plantações em Marte.

Referências

- BERTUSSI, D. C.; FEUERWERKER, L. C. M.; LOUVISON, M. C. P. A “regulação a quente” e a “atenção especializada viva” como dispositivo de compartilhamento de cuidado em saúde. In: MERHY E. E. et al. (Org.). Avaliação compartilhada do cuidado em saúde: surpreendendo o instituído nas redes. Rio de Janeiro: Hexis, 2016. v.1. p. 357-360

- PEREIRA, J. E. S.; FORTES, G. R; SILVA, J. B.. Efeito da aplicação de baixa temperatura em plantas de macieira sobre o crescimento durante a aclimatização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 89-95, 2001.

- MACHADO, Eduardo Caruso et al. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira'Valência'. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 53-58, 2002.

- RODRIGUES, Osmar; DIDONET, Agostinho Dirceu. **Crescimento e desenvolvimento de milho: efeito da temperatura na duração e na taxa de crescimento de grãos**. Embrapa Trigo, 2003.

Estudo sobre o cultivo de leguminosas em uma simulação do solo Marciano

Felipe Rizzi Amaral, Gabriel Avelar Silveira, Gabriel Gato Barros e Pedro Cury Moya
Professores orientadores: Alexandre Magno Montibeller e Thaís Trostli Costella
Colégio Bandeirantes

Resumo

O planeta Terra está passando por uma situação de alto risco desde os últimos 10 anos, a poluição e falta de recursos naturais estão matando nosso ecossistema, se isso continuar, deveremos mudar de planeta. Este projeto científico se baseia principalmente na construção de seis simulações diferentes do solo de Marte, com o intuito de descobrir se a terra do planeta vermelho é uma alternativa viável para o cultivo de leguminosas. Em cada pote foram plantadas três sementes de feijões, e todos receberam o mesmo tratamento desde o primeiro dia; água e sol igual para todos. O único fator que trouxe resultados distantes uns dos outros foram as composições diferentes de cada solo, onde foram usados três compostos químicos em concentrações diferentes em cada um: óxido de ferro, óxido de magnésio e óxido de alumínio.

Palavras-chave: Simulação. Marte. Solo. Feijão.

Abstract

Planet Earth has been going through a high risk situation since the last decade, pollution and lack of natural resources are killing our ecosystem. In case this continues, we should change planets. This scientific project is mainly based on the construction of six different simulations of Mars soil, in order to find out if the land of the red planet is a viable alternative for the cultivation of beans. Three seeds were planted in each pot, and all received the same treatment since day one; equal water and sun for every single plant. The one and only factor that brought results far from each other was the different compositions of each soil, where three chemical compounds with different

concentrations were used in each one: iron oxide, magnesium oxide and aluminum oxide.

Keywords: Simulation. Mars. Soil. Beans.

Introdução

Atualmente o ecossistema terrestre passa por um momento de ambiguidade, com poluição e a falta de recursos naturais. Se não agirmos com presciência uma das poucas soluções será a mudança para outra atmosfera. O planeta Marte (Figura 1) é um possível cenário para realizar tal mudança. Alguns planetas na mesma zona habitável de seus sistemas solares se modificam com o passar das eras e no nosso caso não é diferente, Vênus, Terra e Marte estão na zona habitável (LIMA et al., 2016). No entanto, apesar do ecossistema marciano apresentar características semelhantes à Terra, Marte contém gravidade e exposição à radiação bastante diferente em relação ao nosso ambiente. (CARIDADE et al., 2021).

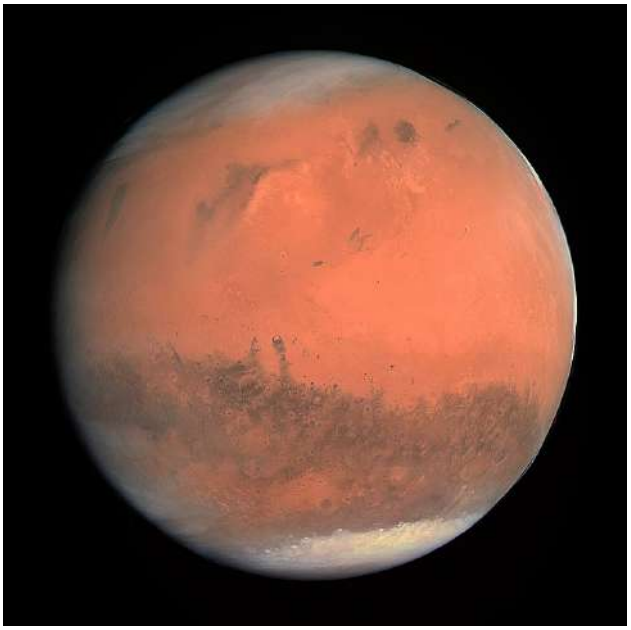


Figura 1: Imagem em truecolor de Marte tomada em fevereiro de 2007 pelo instrumento OSIRIS da sonda espacial Rosetta lançada pela Agência Espacial Europeia.

O solo de Marte não é o mais análogo ao terrestre, portanto, apresenta características críticas para a plantação. O nitrogênio na forma reativa (HNO_3,NH_4) é um dos minerais essenciais para a maioria do cultivo das plantas. O nitrogênio reativo

compõe grande parcela do material em nosso sistema solar e está presente no vento solar, uma fonte de nitrogênio reativo na Lua e em Marte (Tradução do autor). (WALMELINK etal 2014).

Figura 2: Walmelink verificando as amostras da experiência do solo de Marte e da Lua (WALMELINK et al 2014)

Experimentos como solo marciano reproduzidos na Terra já foram realizados por diversos cientistas como por exemplo, o Walmelink (figura 2). Em seu projeto científico, descobriu-se a possibilidade de plantar alimentos, assim como consumi-los em ambiente lunar e marciano. “Nossos resultados mostram que, em princípio, é possível cultivar plantas em simuladores de solo marciano e lunar, embora houvesse apenas uma planta que formou um aterro de flores no simulador de solo lunar.” (Tradução do Autor). (WALMELINK et al 2014).

Diante da adversidade de seus resultados, Walmelink alcançou um resultado intrigante; algumas espécies germinadas na simulação do solo marciano tiveram um desempenho de fertilidade até melhor do que no solo terrestre.

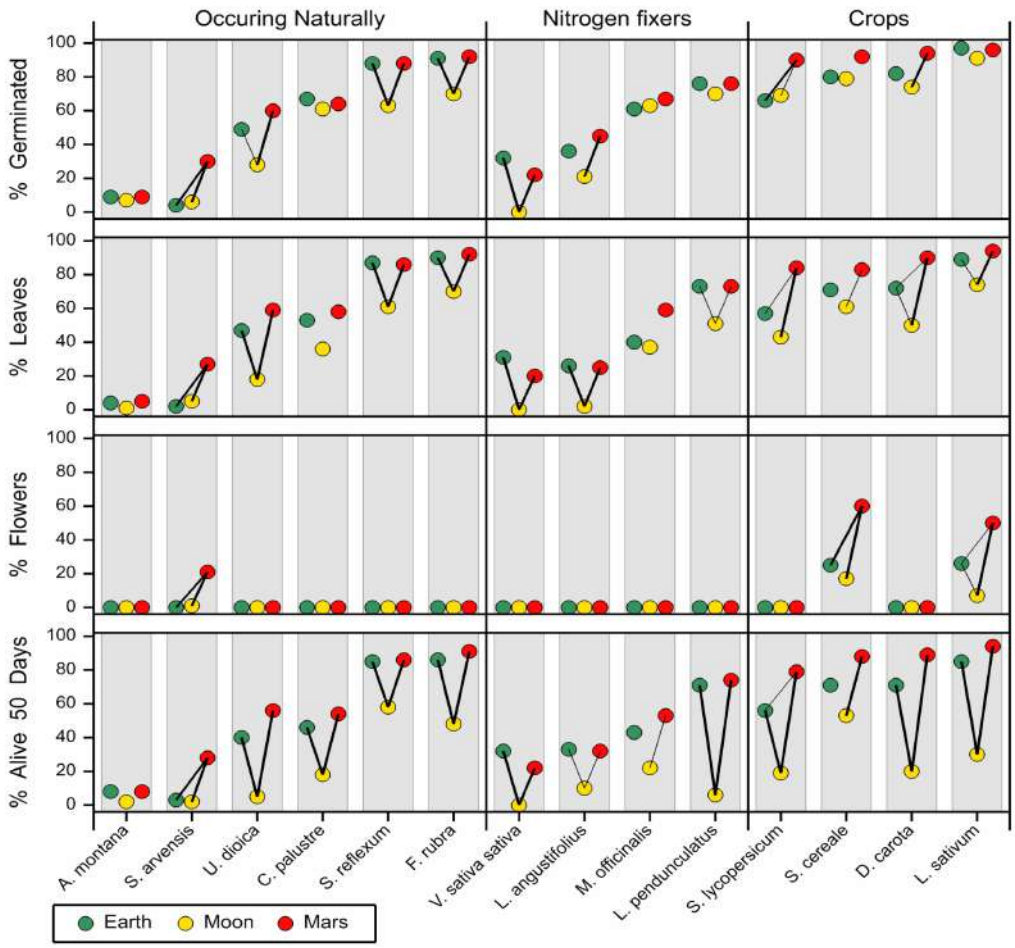


Figura 3: Gráfico que compara plantações em diferentes circunstâncias.

O gráfico (figura 3) é o resultado de testes feitos com dois diferentes tipos de solo, os pontos vermelhos e verdes representam a amostra do solo marciano solo terrestre, respectivamente. Em seguida compara vários testes com diferentes tipos de planta, que são retratadas na parte inferior da imagem, já no canto esquerdo apresenta em porcentagem, o quanto as plantas sobreviveram em 50 dias, a porcentagem de flores que elas geraram, a quantidade de folhas que eles geraram e a quantidade que elas germinaram. No canto superior mostra quais ocorreram de forma natural, quantas utilizaram ajustadores de nitrogênio e utilizando adubo. Foram comparados no total 56 tipos de plantações, entre plantações com terra de Marte e plantações na Terra, em vários casos utilizando a terra de Marte obteve resultados mais produtivos, gerando mais matéria orgânica, e sendo mais positivo no ponto de vista da alimentação humana.

Levando em consideração os fatos apresentados, o grupo propõe a construção e estudo de variáveis de uma simulação do solo marciano com diferentes elementos

químicos presentes no planeta vermelho, a fim de investigar o processo de fertilidade do feijão nos diversos exemplares. Diante de estudos que confirmam a eventualidade de que é possível plantar em Marte, isso traz a dúvida: Ao se mostrar propício para o plantio de flores, seria possível o cultivo de leguminosas no solo marciano, com o propósito de consumo alimentar?

Objetivos

Objetivo geral

Estudar a possibilidade do cultivo de leguminosas em Marte. (Simulação do solo marciano).

Objetivos específicos

- Simular o solo marciano, por meio de elementos químicos terrestres.
- Apresentar possíveis alternativas sobre a simulação científica.
- Investigar quais nutrientes são essenciais para o plantio em solos atípicos.
- Comparar o processo de fertilidade entre os solos terrestre e marciano.
- Analisar os elementos químicos presentes em Marte que interferem no cultivo.
- Avaliar as condições necessárias do solo para a prática.
- Observar o cultivo da mesma espécie em solos com diferentes pHs.

Materiais e Método

Materiais:

Os materiais utilizados no experimento estão listados abaixo e expostos na tabela:

- 21 vasos pequenos para a plantação (capacidade: 200 g);
- 3 sementes de feijão por vaso (total de 63 sementes);
- Sete tipos diferentes de solo marciano simulado pelo grupo
- 22 mL de água por vaso nos dias de rega, durante aproximadamente 30 dias;

SOLO	PESO	COMPOSIÇÃO
Controle	205.2 g	Terra
Marte A	205 g	MgO (5,6 g) - Al_2O_3(34,6 g) - Fe_2O_3(24,2 g)
Marte B	205,8g	MgO (36g)- Al_2O_3 (24,2g)-Fe_2O(7,6g)-Terra (136,8g)
Marte C	204g	MgO(24g)-Al_2O_3(7,56g)-Fe_2O(34,8g)-Terra (136,8g)
SOLO MARTE A1	200g	Al_2O_3(34g)- Terra(164g)
SOLO MARTE B1	200g	MgO(34g)-Terra(164g)
SOLO MARTE C1	200g	Fe_2O(34g)-Terra(164g)

Legenda: Óxido de magnésio (MgO), Óxido de alumínio (Al_2O_3), Óxido de ferro (Fe2O).

Métodos:

Como forma de atingir os objetivos do projeto, foram realizados diversos experimentos sobre a germinação de uma leguminosa em diferentes solos, portanto nutrientes e compostos químicos alternativos. Foram montados sete modelos de solo, o primeiro com apenas terra comum, já os outros seis, foram feitas simulações do solo marciano com diferentes concentrações de elementos.

Para criar tais simulações de maneira fiel, foi preciso regular um solo comum com alguns elementos e nutrientes presentes na atmosfera marciana, como por exemplo o magnésio, hematita e outros ferros silicatos, porém as diversas simulações de solo ficam com diferentes concentrações de elementos, para que seja analisado qual o elemento mais benéfico para o cultivo da leguminosa.

O feijão foi a semente escolhida para análise do cultivo em ambientes de solo, no qual o propósito foi de tratá-las de maneira equitativa, ou seja, sempre regadas

com mesma quantidade de água, por exemplo. Esse método foi aplicado para outros aspectos como, tempo idêntico de exposição à luz solar, entre outras práticas que ajudam na germinação de feijão.

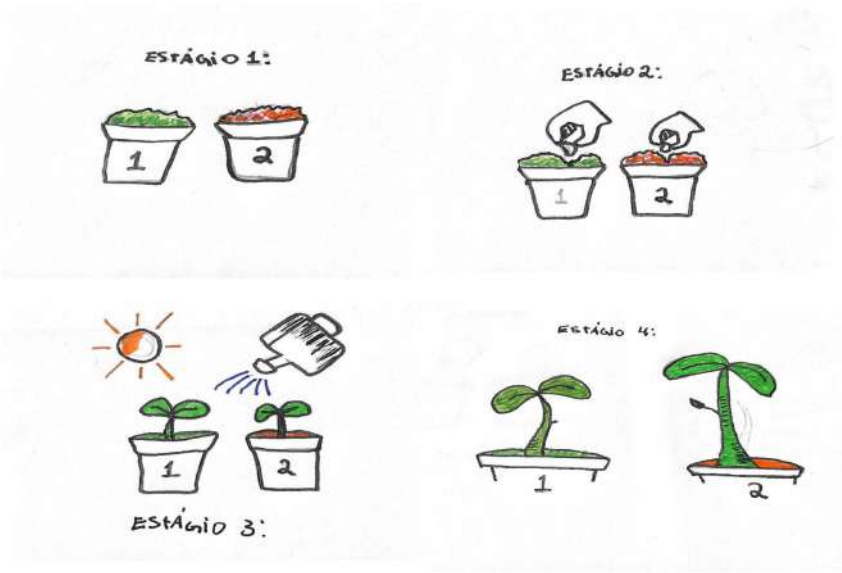


Figura 3: Esquema do procedimento da plantação

Figura 4: Processo de composição das simulações do solo de Marte..

Resultados e Discussão

Todos os solos tiveram os mesmos cuidados durante um período de 30 dias, rega e luz solar, porém apresentaram processos diferentes de germinação consequentes da composição do solo.

Solo	Controle 1	Controle 2	Controle 3
Germinação (número de sementes)	3	2	0

Solo	Marte A1	Marte A2	Marte A3
Germinação (número de sementes)	1	3	3

Solo	Marte B1	Marte B2	Marte B3
Germinação (número de sementes)	3	2	2

Solo	Marte C1	Marte C2	Marte C3
Germinação (número de sementes)	0	0	0

Solo	Solo A1	Solo A2	Solo A3
Germinação (número de sementes)	0	0	0

Solo	Solo B1	Solo B2	Solo B3
Germinação (número de sementes)	3	3	2

Solo	Solo C1	Solo C2	Solo C3
Germinação (número de sementes)	1 (com dificuldades)	0	2 (com dificuldades)

Ao longo do projeto, foram fotografadas todas as simulações de solo e suas respectivas germinações, portanto, decidiu-se mostrar apenas os melhores resultados de um dos três modelos de cada solo.

Figura 5: Simulações dos trios de solos na respectiva ordem: Controle, Marte A1, Marte B1, Marte C1, Solo A1, Solo B1 e Solo C1

Figura 6: Marte B1 no dia 12/08

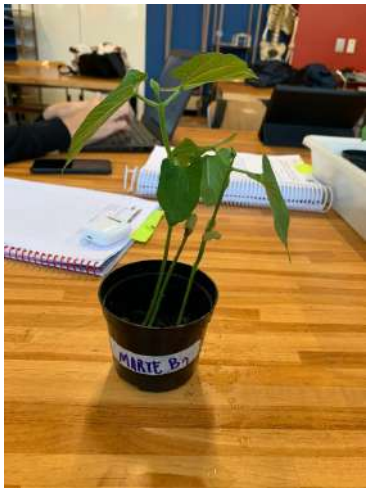


Figura 7: Marte B1 no dia 24/08

Os resultados excederam as expectativas do grupo, e certamente foram muito surpreendentes. No início de tudo, antes mesmo da montagem dos solos, as hipóteses eram que as plantas com melhor desenvolvimento seriam as “controles”, porém, os resultados mostraram outra coisa. A maioria dos feijões se transformaram em plantas saudáveis, germinando de forma vigorosa, entre os muitos, o melhor desempenho foi as sementes plantadas no “Solo Marte A2”, que continha 164 g de terra e apenas 34 g de óxido de magnésio.

Todavia, imaginou-se que alguma das simulações poderia acabar não favorecendo a germinação da leguminosa, e tal expectativa foi suprida pelos conjuntos de solos “Solo Marte C” e “Solo Marte A" (ambos com altas concentrações de óxido de ferro). Acredita-se que quando concentrado em grande quantidade, o Fe2O, mesmo com algum outro composto no mesmo solo, domina a fertilidade do solo e atrapalha ou anula por completo a germinação. Por outro lado, os solos onde o desempenho natural foi maior, encaixa-se um padrão, todos têm entre 20 a 35 g de óxido de alumínio, quantidade considerável.

Conclusão

A escolha do feijão foi essencial para o desenvolvimento do projeto, pois conseguiu crescer de forma rápida, com pouca água e com diversos elementos químicos, onde as plantas com o melhor resultado cresceram de forma rápida e constante.

Alguns feijões germinam de forma irregular, mas isso já era esperado, por conta de fatores incontroláveis. Não obstante, os resultados foram excelentes, pois apresentaram com clareza quais foram os elementos que são mais benéficos para uma possível plantação em Marte.

Referências

- CARIDADE, Juliana Bruns; DO NASCIMENTO DIAS, Bruno Leonardo; DE SÁ MENDES, Talita. ASTROBIOLOGIA E AS MISSÕES TRIPULADAS PARA A COLONIZAÇÃO DE MARTE. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 2, n. 3, p. 75-83, 2021.
- Figura 1: Wikipedia. MARTE (PLANETA). Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Marte_(planeta)#/media/Ficheiro:OSIRIS_Mars_true_color.jpg>. Acesso em: 23/03/2022.
- LIMA, Caio César Silva; SANTOS, M. S. Astrobiologia como Eixo Integrador do Ensino de Ciências e Biologia: Como Extraterrestres Podem nos Auxiliar no Estudo da Vida na Terra. In: CONGRESSO NORDESTINO DE BIÓLOGOS. 2016.
- WAMELINK, GW Wieger et al. Can plants grow on Mars and the moon: a growth experiment on Mars and moon soil simulants. PLoS One, v. 9, n. 8, p. e103138, 2014.

Avaliação do efeito da intensidade luminosa no plantio de cebolinha

Enrico Cassab Parente, Júlia Nakano Cardoso, Sofia Aquilino Fantini
Professor(a) orientador(a): Thais Costella, Alexandre Magno.
Colégio Bandeirantes

Resumo

Atualmente, um dos principais problemas no Mundo é a Poluição Ambiental Global, o que afeta negativamente a sobrevivência dos humanos. A poluição pode tomar diferentes meios tais como a água, a terra, o ar, etc… contudo todas elas colocam em risco a vida terrestre. Com esse aumento, uma das melhores soluções pensada pelos cientistas foi a colonização humana em outros planetas, o que poderia oferecer ótimas ou até melhores condições de vida do que as da Terra. Um deles é o quarto planeta do Sistema Solar, Marte. O planeta vermelho tem características muito semelhantes daquelas da Terra, tais como vales e montanhas, vulcões e calotas polares, o que permite que os humanos vivam de forma segura em tal. Contudo, para o bem estar da população é mais que essencial a presença de um sistema de produção de alimentos seguro e estável. Com isso, o objetivo desse experimento é construir uma plantação baseado em diferentes intensidades de luz. Para isso, foi analisada uma das plantas mais rápidas de crescimento, cebolinha e assim foi criada uma espécie de estufa com caixas de sapatos. Cada uma contém diferentes intensidades de LED vermelho simulando o planeta vermelho. Além disso, existem pequenos furos atrás da caixa que garantem que a planta tenha acesso a ar fresco. Após um mês irrigando a cebolinha, os resultados confirmaram que somente a caixa 2 (2 fitas de LED) teve resultados satisfatórios com boa coloração e boa taxa de crescimento. Logo, a principal conclusão é que com quantidade ideal de luz (2 fitas) e boa irrigação (3 vezes por semana) a planta cresce adequadamente. Além disso, comprova-se que há uma possibilidade de sobrevivência humana em Marte ou até mesmo outros planetas do sistema solar.

Palavras-chave: Poluição; Terra; Marte; humanos; alimentação; cebolinha; Sistema Solar.

Abstract

Nowadays, one of the biggest problems in the World is the Global Environmental Pollution which negatively affects humans surrounding. Pollution can take various forms like the air, the water, the soil, etc… but all of them affect directly human survival. With this increase, one of the foremost solutions that the scientist had came to light was the human habitation in other planets, with could offer conditions for human safe wellbeing as good as, or even better than Earth. One of them is the fourth planet from the Sun, Mars. The red planet has very similar characteristics ti the ones from Earth like valleys and mountains, weather and seasons, volcanos and ice caps. These characteristics allow humans to safely live there. However for the well being of the onThese characteristics allow humans to safely live there. However for the well being of the ongoing population it is crucial to have a steady system of food production, that's why the goal of this experiment is to design a plantation system based on different light intensities. For this, it was measured one of the fastest growing plants, green onion then it was created a kind of greenhouse whit shoes boxes. Each one contains distinctive quantity of red LED strips simulating the Red Planet Furthermore, there are some cramped holes in the back of them so the plants have acces to fresh air. After one month irrigating the green onion, the results confirm that only box number 2 had satisfactory with good coloring and well-founded growth rate. With this, tha main conclusion that can be drawn is that with adequate quantity of light (2 LED strips) and favorable irrigation (3 times a week) the plants grow in a healthy course. Therefore, show that there is a possibility of humans to safely live in Mars or even other planets from the Solar System.

Keywords: Pollution; Earth; Mars; humans; food; green onion; Solar System

Introdução

O Planeta Terra atualmente vem sofrendo com uma série de problemas ambientais que a longo prazo podem inviabilizar a habitação em solo terrestre. Pode-

se citar o constante aumento de temperaturas, destruição da camada de O_3, poluição do ar, extinção de espécies da fauna e da flora, degradação do solo e contaminação de águas. Nesse contexto, o crescimento desordenado da população e o rápido desenvolvimento da indústria foram os principais fatores que levaram a essas questões (COSTA, 2022.)

Diante disso, uma das alternativas cogitadas é a instalação humana em outro planeta do sistema solar, com isso é necessária a presença de características necessárias para a sobrevivência como água em estado líquido, presença de O_2 , radiação , temperaturas amenas, luz solar e principalmente alimento.

A posição do planeta favorece o recebimento de raios luminosos de sua principal estrela (FERREIRA,2017.) Além disso, propriedades planetárias ajudam na procriação de bactérias favoráveis ao solo.

Para estudarmos o ambiente marciano a fim de analisar seu possível potencial para plantação investigaremos fatores como: temperatura, luz e composição do solo. Com isso, podemos analisar se as características de Marte permitem uma possível plantação de alimentos para no futuro ser analisado a possibilidade de colonização do planeta.

Após diversos estudos sobre o planeta vermelho conseguiu- se concluir algumas de suas características principais, porém percebeu-se que alguns fatores não possibilitavam o crescimento saudável das plantas. A radiação gama, as temperaturas extremas, a atmosfera ínfima e o solo acabam impedindo o crescimento natural das plantas (COSTA, 2020.)

O solo de Marte é um importante fator a ser levado em consideração visto que suas características diferem completamente das da Terra. O solo terrestre é composto

por três compostos essenciais para a plantação : nitrogênio, fósforo e potássio formando a chamada tríade NPK, como mostra a figura abaixo:

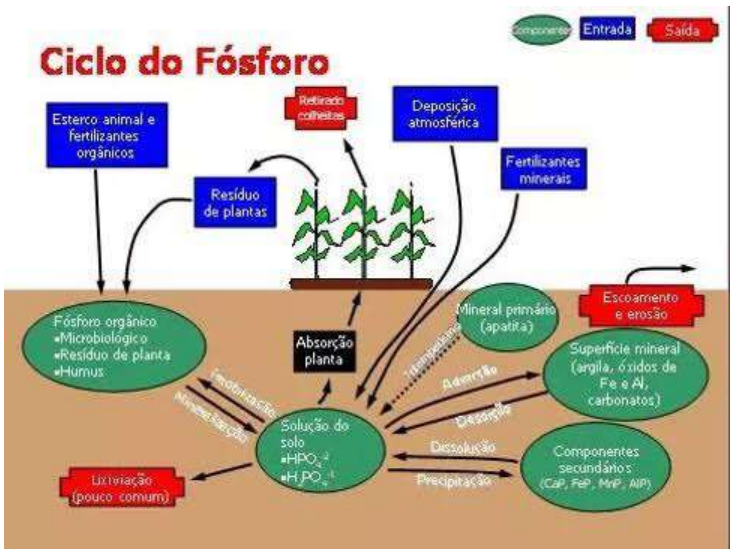


Figura 1: Quais as funções do fósforo para as plantas (AGRICONLINE, 2019)

Além do mais outros nutrientes como magnésio, cálcio, zinco e manganês garantem o cultivo saudável das plantas. Esses nutrientes são todos responsáveis por diversos ciclos como o ciclo do carbono, fósforo, nitrogênio, etc... essenciais para a vida.

A atmosfera marciana também é outro fator determinante, uma vez que é estimada a ser cerca de 100 vezes menos densa do que a da Terra, o que a torna extremamente rarefeita. Na localização da Viking 1, por exemplo, a medida da pressão atmosférica varia de 6,9 mb a 9 mb (milibares), sendo que a média radial do planeta é em torno de 6.36 mb (WILLIANS, 2004 *apud* MOMBELLI, 2016.) Na Terra, a pressão atmosférica em superfície é torno de 1013 mb (PIDWIRNY, 2006 *apud* MOMBELLI, 2016.)

Outro fator de grande importância tanto para a habitabilidade tanto para a plantação é a presença de O_2, necessário para o processo de fotossíntese e para a respiração humana. Contudo, Marte sofre com uma variabilidade sazonal e anual significativa, o que dificulta o processo visto que não existem mecanismos conhecidos que possam gerar Oxigênio suficiente tão rapidamente. (BRANCO, 2016.) Podemos analisar tais variações no gráfico abaixo:

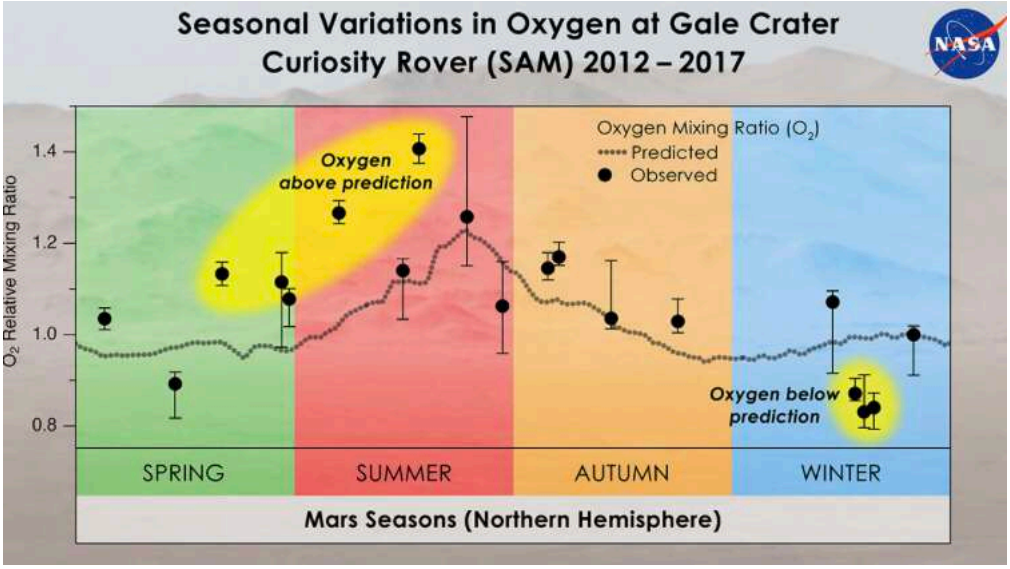


Figura 2 : Variação sazonal de O_2 (NASA, 2017).

Devido tais fatores e considerando a possibilidade de colonização de Marte, como seria possível otimizar a qualidade de suas características para o plantio de tubérculos? Dessa forma, é necessário adaptar o processo de plantio as características inviáveis de Marte. Assim, o projeto foca na análise de sementes de cebolinha (Allium *fistulosum)* com diferentes intensidades de luz para a análise da eficiência do plantio.

Objetivos

Objetivo geral:

1. Analisar diferentes intensidades de luz a fim de avaliar sua influência na taxa de desenvolvimento e tempo de germinação das cebolinhas

Objetivos específicos:

1. Testar oito plantações (4 sementes e 4 mudas) com variação na intensidade da luz vermelha (led);
2. Analisar a influência da luz sobre os parâmetros de crescimento da cebolinha;
3. Estudar a taxa de desenvolvimento e tempo de germinação;
4. Comparar os resultados e suas alterações;

Materiais e Método

- 4 caixas de papelão
- 8 vasos
- 8 pratos descartáveis
- 3 pacotes de semente de cebolinha
- 4 mudas de cebolinha
- fitas de led vermelha
- terra para o plantio

Com as caixas de papelão, foi desenvolvida uma mini estufa com furos que permitem a entrada de ar. Além disso, como constante, será mantida será a a luz a partir de 1,2 e 3 fitas de Led correspondentes aos números das caixas. Assim, regando a planta 3 vezes por semana serão analisadas as consequências de tal variação no vegetal estudado. Com a semente da cebolinha será analisada sua taxa de desenvolvimento e tempo de germinação e com uma muda deste vegetal será medido o tamanho.

Resultados e Discussão

CEBOLINHA:

DATAS/CAIXAS	CAIXA 0	CAIXA 01	CAIXA 02	CAIXA 03
05/08	14cm	14cm	14cm	14cm
10/08	32cm	27cm	34cm	31cm
17/08	30cm	28cm	32cm	30cm
24/08	22cm	20cm	21cm	19cm
31/08	25cm	24cm	22cm	22cm

SEMENTE DE CEBOLINHA:

DATAS/CAIXAS	CAIXA 0	CAIXA 01	CAIXA 02	CAIXA 03
05/08	0cm	0cm	0cm	0cm
10/08	0cm	0cm	0cm	0cm
17/08	2cm	2cm	2cm	2cm
24/08	4cm	4,5cm	4cm	2cm
31/08	4cm	5cm	5cm	4cm

- 05/08/2022 (dia 1):

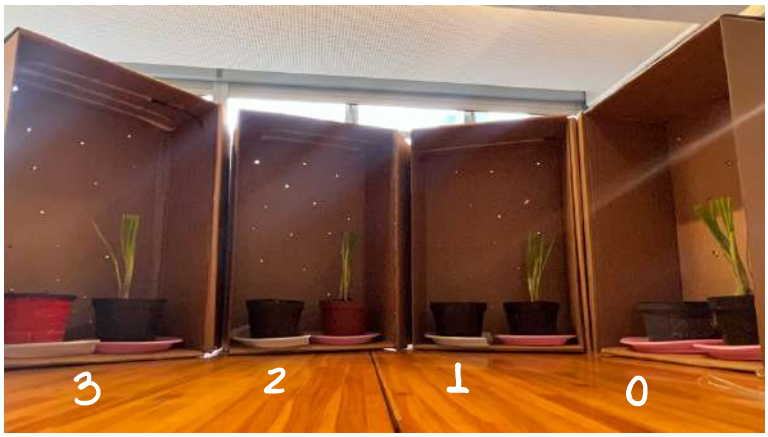


Figura 1: esquema da disposição das caixas com suas fitas de LED dia 1.

- 10/08/2022 (dia 6):

Figura 2: esquema da disposição das caixas com suas fitas de LED dia 6.

- 17/08/2022 (dia 13):

Figura 3: esquema da disposição das caixas com suas fitas de LED dia 13.

- 24/08/2022 (dia 20):

Figura 4: esquema da disposição das caixas com suas fitas de LED dia 20.

- 31/08/2022 (dia 28):

Figura 5: esquema da disposição das caixas com suas fitas de LED dia 28.

Conclusão

Ao longo do processo conclui-se que o processo mais efetivo de crescimento saudável da planta foi observando nas caixas 1 e 2 (1 e 2 fitas de Led respectivamente). Por sua vez, a caixa zero não apresentou resultados positivos visto que a planta apresentou baixas taxas de crescimento além de sua coloração menos esverdeada. Assim acredita-se que a melhor forma de efetuar o plantio seria com intensidade moderada de luz, 2 LEDS.

Referências

- Agriconline.com.br. Quais as funções do fósforo para as plantas. 2019. Disponível em : < https://www.agriconline.com.br/artigos/quais-as-funcoes-do-fosforo-para-as-plantas/ >. Acesso em : 19/03/2022.

- BRITO, Sabrina. Pela primeira vez , tomates são cultivões em solo " marciano". 2021. Disponível em : < https://veja.abril.com.br/ciencia/pela-primeira-vez-tomates-sao-cultivados-em-solo-marciano/ >. Acesso em 09/03/2022.
- COSTA, Paulo. Seria possível viver em Marte? 2020. Disponível em : < https://www.blogs.unicamp.br/cdf/2020/12/22/viver-em-marte/ >. Acesso em: 09/03/2022.
- CURY, Maria Eduarda. Nova estufa permite plantar couve, soja e batata- doce em Marte. 2019. Disponível em : < https://exame.com/ciencia/nova-estufa-permite-plantar-couve-soja-e-batata-doce-em-marte/ >. Acesso em : 19/03/2022
- DUTRA, Carlos. DETERMINANDO A FORMA DA ÓRBITA DE MARTE NO ENSINO MÉDIO. 2014. Disponível em : < https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/download/198/265 >. Acesso em 27/05/2022
- ELIDORO, Claudio. Qui Marte, abbiamo um problema. 2019. Disponível em : < https://www.scienzainrete.it/articolo/qui-marte-abbiamo-problema…/claudio-elidoro/2019-11-18 >. Acesso em: 17/03/2022
- FERREIRA, Paulo. A Astrobiologia como ferramenta para alfabetização científica e tecnológica. São Paulo, 2017. Disponível em : < https://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_paulo_r_ferreira_corrigida.pdf >. Acesso em : 27/04/2022
- Gazetadopovo.com.br. Experimento da NASA quer testar plantio da batata em Marte. Co2016. Disponível em : < https://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/agricultura/experimento-da-nasa-quer-testar-plantio-da-batata-em-marte-e5suyx4gsqkvhq73hkon3tten/ >. Acesso em : 09/03/2022
- MOMBELI, Pedro. Espectroscopia da atmosfera de Marte: em busca do Metano na região da cratera de Gales. Caçapava do Sul, 2016. Disponível em: < https://dspace.unipampa.edu.br//bitstream/riu/1427/1/Espectroscopia%20da%20atmosfera%20de%20Marte%20em%20busca%20do%20metano%20na%20região%20da%20cratera%20de%20Gale.pdf >. Acesso em: 27/04/2022

Análise do consumo e da degradação da carne vegetal

Isabela Bueno Spiewak, Laura Yumi Florentino Yamamoto, Maria Rita Balbuena Viana Cotrim

Professoras orientadoras: Carolina Zambrana e Marta Rabello

Colégio Bandeirantes

Resumo

O consumo de carne em nossa sociedade é um hábito muito enraizado, que vem acompanhando o desenvolvimento de culturas em todo o mundo e suas refeições. Nos últimos 60 anos, a ingestão de proteína animal cresceu exponencialmente, com um aumento de 260 milhões de toneladas entre 1960 e 2017. As propriedades nutricionais apresentam muitos benefícios para a saúde humana, pois não só tem ferro e glutationa, mas também é a principal fonte de aminoácidos essenciais. Não obstante, a expansão da agricultura e da pecuária para consumo leva a um número significativo de consequências, como a emissão de gases de efeito estufa, desmatamento, extinção de espécies, destruição de habitats e poluição da água e do solo. Portanto, dietas baseadas no consumo de carne estão diretamente ligadas ao meio ambiente, bem como à qualidade de vida da população. Este artigo explora alternativas à carne natural que vem sendo estudada para combater a cultura carnívora, além da alta demanda por esse tipo de proteína e, simultaneamente, reduzir os impactos ambientais. Para provar que a degradação da carne vegetariana é mais rápida que a carne animal, foi realizado um experimento focado nos efeitos da bromelina. Com isso, o tempo de degradação dos diferentes tipos de carne foi comparado, concluindo que a carne à base de plantas é digerida mais rapidamente, razão pela qual pode ser considerada uma melhor opção para o bem-estar humano. Também foi feito um questionário para avaliar a aceitação da sociedade da carne não convencional. Provou que, embora a sociedade esteja ciente dos impactos da carne natural, as pessoas não estão prontas para fazer mudanças drásticas em seus hábitos diários, a fim de mitigar essas consequências. Este estudo conclui que, embora a

substituição da carne natural pela carne artificial seja benéfica para os seres humanos e para o meio ambiente, há obstáculos que precisam ser superados.

Palavras-chave: carne artificial, carne natural, bromelina, deterioração, aceitação.

Abstract

The consumption of meat in our society is a very deep-rooted habit, which has been following the development of cultures around the globe and their repasts. Over the last 60 years, the ingestions of animal protein have grown exponentially, with a 260 million tons increase between 1960 and 2017. The nutritional proprieties present many benefits to human health, since not only does it have iron and glutathione, but also it is the main source of essential amino acids. That notwithstanding, the expansion of agriculture and cattle raising for consumption lead to a significant number of consequences such as the emission of greenhouse gases, deforestation, species extinction, habitat destruction and water and soil pollution. Therefore, diets based on meat consumption are directly connected to the environment, as well as the population's quality of life. This article explores alternatives to natural meat that have been studied to combat the carnivorous culture, besides the high demand for this kind of protein and, simultaneously, reduce environmental impacts. To prove that the degradation of vegetarian meat is faster than animal meat, an experiment was conducted focused on the bromelain effects. With that, the degradation time of the different types of meat were compared, concluding that the plant-based meat is digested faster, which is why it can be considered a better option to human well-being. A questionnaire was also done to evaluate society's acceptance of non-convectional meat. It proved that although society is aware of the impacts of natural meat, people are not ready to make drastic changes to their daily habits in order to mitigate those consequences. This study concludes that even though the substitution of natural meat to artificial meat is beneficial to human beings and to the environment, there are obstacles that need to be overcome.

Keywords: artificial meat, natural meat, bromelain, deterioration, acceptance

Introdução

A carne bovina é muito consumida no cotidiano de diversas populações, e, por conta do aumento populacional, sua produção vem crescendo para atender a demanda, como é possível ver no gráfico a seguir.

No entanto, o crescimento da atividade agropecuária com fins alimentares pressupõe inúmeras consequências, dentre as quais se destacam: emissão de gases do efeito estufa, desmatamento, extinção de espécies, destruição de habitats e poluição do solo e água. Dessa forma, as dietas baseadas no consumo de carne estão diretamente relacionadas tanto ao meio ambiente quanto à saúde da população. Com isso, alternativas para carnes naturais vêm sendo estudadas a fim de combater a cultura carnívora, além da alta demanda por esse insumo, e, simultaneamente, mitigar os impactos ambientais.

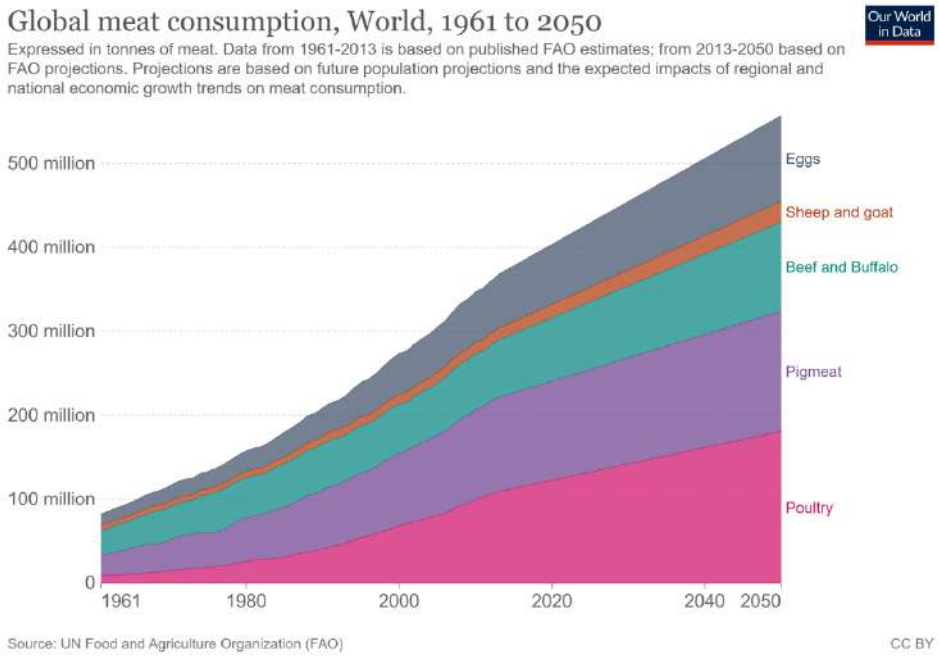


Figura 1: Gráfico que mostra o crescimento do consumo de carne mundial de 1961 até 2050 (expresso em toneladas de carne). Os dados de 1961 a 2013 baseiam-se em estimativas publicadas da FAO. As projeções são baseadas em projeções populacionais futuras e os impactos esperados das regionais e tendências nacionais de crescimento econômico no consumo de carne. Fonte em: Our World in Data em, https://ourworldindata.org/grapher/global-meat-projections-to-2050, acesso em 31/08/2022.

Do ponto de vista ambiental, a agropecuária é responsável pela emissão de cerca de 18% dos gases responsáveis pelo efeito estufa no mundo, entre eles o gás metano, liberado pelos bovinos, consequência da digestão da celulose (BALBINO & LIMA, 2011). Esses animais representam uma quantidade grande da alimentação dos

seres humanos, sendo seu consumo no Brasil em 40 Kg/ano/pessoa. Além disso, o recorrente desmatamento de florestas para a criação de pastos prejudica o sequestro de dióxido de carbono da atmosfera feito pelos vegetais que o transformam, a partir de fotossíntese, em oxigênio atmosférico. Para agravar a situação, a pecuária e a agricultura convencionais, juntas, utilizam cerca de 70% dos recursos hídricos do planeta, o que provavelmente terá um crescimento nos próximos anos por conta do aumento populacional e a consequente demanda por carne (ALTOÉ & MENOTTI, 2020).

Na perspectiva social, a carne de origem animal pode representar sérios riscos alimentares, uma vez que pode provocar o aumento indireto da resistência de bactérias aos tratamentos antibióticos e causar doenças, como a Vaca Louca e o atual Coronavírus, que se disseminou por conta do consumo de carnes não convencionais, transmitindo o vírus para outras espécies e que, consequentemente, se instalou em muitos hospedeiros (ALTOÉ & MENOTTI, 2020). Além disso, o consumo exacerbado de carne tende a reduzir a absorção de nutrientes fundamentais para se manter uma vida saudável e equilibrada, visto que a ingestão de alimentos que os contêm tende a diminuir. Segundo a pesquisa feita pelo ISA-Capital, Secretaria da Saúde do Município de São Paulo (2015), não só a dieta vegana apresenta um consumo muito maior de frutas, legumes e cereais, como também a vegetariana, a qual também apresenta maior ingestão de leites e derivados. Por outro lado, proteínas, que possuem importância vital aos seres vivos, são encontradas sobretudo nos alimentos de origem animal, como a carne. No organismo, tais macromoléculas, quando digeridas, são transformadas em cerca de 100.000 proteínas variadas, representando 15% da composição do organismo humano. Esses polímeros são muito importantes para a manutenção do funcionamento do organismo, uma vez que desempenham importantes funções no corpo humano, como revestimento e sustentação de tecidos, constituição de músculos, transporte de substâncias pelo corpo, sistema de defesa, produção de hormônios e atividade enzimática

Considerando todos os problemas da produção convencional de carne, as carnes artificiais surgem em um contexto de necessidade de mudanças nos setores alimentício e ecológico. Dessa forma, elas representam uma alternativa para a redução da criação de animais direcionados exclusivamente para o abate, e, simultaneamente, suprir a crescente demanda pela carne.

As carnes *in vitro* e as *plant-based* são carnes artificiais, uma vez que são totalmente desenvolvidas em laboratório, buscando emular as características centrais da carne convencional, além de se apresentarem como opções aos insumos provenientes do complexo e danoso sistema agropecuário (ALTOÉ & MENOTTI, 2020). Por serem produzidas em laboratórios ou em fábricas, apesar de poderem apresentar risco de contaminação, não demandam imensos espaços dedicados a plantações e pastagens, geram menos rejeitos, além de diminuir a quantidade de gases que provocam o efeito estufa, que deixam de ser emitidos pelos bovinos. Ademais, elimina expressivamente a quantidade de animais necessários para a produção de carne, ocasionando uma melhora considerável no bem-estar de outros seres vivos além dos humanos (ALTOÉ & MENOTTI, 2020).

A produção de carne *in vitro* é feita com técnicas como a medicina regenerativa, em que células são retiradas dos animais a partir de uma biópsia e realizam uma multiplicação em que se diferenciam em células musculares, as quais se fundem, formando fibras musculares (ALEXANDRE et al., 2017).

Apesar de suas vantagens em relação à carne natural, não se pode deixar de mencionar que a carne *in vitro* possui alguns fatores limitantes, como as questões éticas e sociais. A enorme quantidade de multiplicação das células podendo gerar mutações indesejadas, pode representar um risco à saúde pública. Outro possível aspecto negativo é que vários países possuem sua economia baseada no setor agropecuário, e estes seriam prejudicados com a mudança na produção de carnes. Com isso, também deve-se considerar o alto custo de produção do alimento em laboratório o que consequentemente, aumenta o valor de mercado do produto, dessa forma, é necessário verificar a aceitação do produto pelos consumidores. Além disso, por ser produzida através de uma tecnologia muito desconhecida, as carnes in vitro provocam suspeitas no âmbito da segurança alimentar, dificultando a sua aceitação pela sociedade.

Já a carne vegetal (ou plant-based) é fabricada a partir de uma combinação de bases vegetais como proteína de trigo e amido, podendo conferir certo sabor metálico, e também a incorporação de heme, grupo de proteínas formado por quatro anéis pirrólicos ligados entre si por um átomo de ferro (figura 2), que através da hidrólise, liberam outros componentes além dos aminoácidos. Essa molécula é, na maioria das vezes, extraída dos grãos de soja e proporciona cores e a texturas conhecidas, uma

vez que é encontrada no sangue e nos músculos dos animais, sendo responsável pela pigmentação e maciez da carne, respectivamente. Em alguns casos também são inseridos aditivos químicos, isto é, todo e qualquer ingrediente acrescentado intencionalmente aos alimentos, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento e preparação. Dessa forma, busca-se garantir que outros aspectos da carne natural estejam presentes na carne *plant-based*, como o sabor defumado (CONTE, 2016).

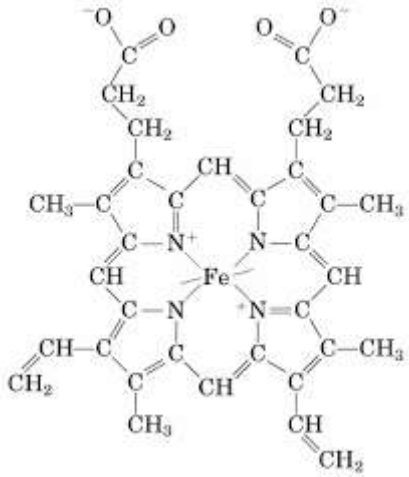


Figura 2: estrutura do grupo *heme.* Fonte em: Repositório da Universidade de Lisboa em, https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1299/9/19332_ulfc091258_tm_9_CAPITULO_1.pdf, acesso em 02/09/2022.

A alternativa vegetal, apesar de apresentar as mesmas características sensoriais e nutricionais da carne animal, assim como a carne *in vitro*, também tem suas desvantagens. Por ser comercializada na forma moldada e processada, pode ser empregada em um número de receitas muito menor quando comparada às carnes naturais, visto que não se apresenta em formas que já estão moldadas e processadas. Além disso, diferentemente das carnes animais, muitas são produzidas com ingredientes geneticamente modificados (OGMs), os quais podem ser relacionados à diminuição da eficácia de antibióticos em humanos e animais, bem como a casos de alergia e hipersensibilidade alimentar (ALTOÉ & MENOTTI, 2020). Ademais, estão na categoria de produtos ultra processados e ricos em gordura, gerando dúvidas quanto seus possíveis riscos à saúde humana. Por outro lado, sua produção exclui completamente o uso de animais, sendo uma opção viável para dietas vegetarianas e veganas, representando uma vantagem em relação à carne *in vitro*.

Outra vantagem que a carne artificial pode apresentar sobre às carnes naturais é sua velocidade de degradação. As enzimas são moléculas orgânicas presentes nas células de organismos vivos, com a função específica de catalisar reações químicas, por meio da redução da energia de ativação, sem serem consumidas no processo e sem alterar o sistema. No grupo de enzimas com fins comerciais, as proteases, cujos estudos foram iniciados no fim do século XVI, motivado pelo interesse na fisiologia do sistema digestivo humano, desempenham um papel muito importante, visto que participam de uma série de reações tecnológicas nas indústrias alimentícias, químicas e têxteis (JOO et al., 2003). Como exemplo dessas enzimas está a bromelina, um conjunto de isoenzimas proteolíticas que são encontradas em plantas da família Bromeliaceae, sendo o abacaxi a mais conhecida (ABÍLIO et al., 2009). A bromelina apresenta diversas aplicações, que são baseadas em sua atividade proteolítica. Nas indústrias de alimentos, por exemplo, atua no amaciamento de carnes e na classificação de cervejas (ROWAN et al., 1990; HARRACH et al., 1998). Esta enzima pode ser encontrada em diferentes partes do abacaxizeiro, como na casca, folhagens e no suco, sendo este único fruto que possui, em altas quantidades, essa enzima no estado de maturação. De acordo com o artigo científico “A utilização de resíduos das agroindústrias de suco de abacaxi para a produção de bromelina” (FERREIRA et al., 2017), foi comprovado por meio de experimentos que a bromelina possui valores digestivos, por ser uma protease, e pode ser utilizada para a degradação da proteína em polipeptídios, como utilizado no exemplo, em que foram utilizados suco de abacaxi e clara de ovo para suas comprovações.

Atualmente, o consumo de carne animal enfrenta resistência, principalmente, por parte dos ambientalistas e por conta dos valores éticos em relação aos animais. Dessa forma, as carnes artificiais seriam uma ótima alternativa, já que priorizam o bem-estar dos bichos e utilizam uma quantidade menor de seres vivos, mas tendo uma maior produtividade e rendimento de carne para alimentação. Contudo, a substituição da carne natural pelas carnes produzidas em laboratório representa uma mudança radical na dieta da sociedade contemporânea, motivo pelo qual ainda possui diversos obstáculos a serem enfrentados para que seja efetivamente realizada.

Tendo em vista tais entraves, a pergunta norteadora do trabalho é: como a população percebe a substituição da carne natural pelas carnes vegetais e *in vitro* nos hábitos de consumo e no meio ambiente global?

Objetivos

Objetivo geral:

- Verificar a degradação e a aceitação das carnes artificiais.

Objetivos específicos:

- Comparar a carne natural e a carne artificial a partir da análise de seus processos de digestão.
- Avaliar a relação da aceitação do consumo das carnes artificiais com os impactos sociais.
- Avaliar a relação da aceitação do consumo das carnes artificiais com os impactos ambientais.

Materiais e Método

A fim de comprovar a hipótese, foram realizados um experimento prático e um social. O método prático exigiu os seguintes materiais:

- 2 Abacaxis
- 100 gramas de carne vegetal (feita de legumes e soja)
- 100 gramas de carne bovina (músculo)
- 12 béqueres de vidro de 250 ml

Para comparar a degradação das carnes naturais com a das carnes artificiais foi utilizado um método que consiste na utilização do suco do abacaxi, por meio do qual verificou-se como a enzima bromelina atua em cada um desses tipos de carne (e, consequentemente, em suas proteínas). O suco de abacaxi foi utilizado por apresentar alta concentração dessa enzima, que foi utilizada como catalisador biológico da reação de decomposição das carnes. A comparação foi feita em triplicata, isto é, repetindo-se o experimento três vezes, tanto o que tinha a massa como constante quanto o que tinha as dimensões fixas. Utilizando a massa como constante, foram utilizados dois recipientes de vidro, sendo um contendo 10,1 gramas de carne vegetal cozida e, o outro, com a mesma quantidade de carne natural também cozida. Então, foram adicionados 100 ml de suco de abacaxi a cada um deles e, após uma semana, comparou-se qual tipo de carne teve uma degradação mais rápida. Em seguida, utilizando as dimensões como constante, foram utilizados dois recipientes de vidro, sendo um contendo 5,0 x 2,5 x 2,0 cm de carne vegetal e, o outro, com o mesmo

tamanho de carne vegetal. Assim como o experimento de massa, foram adicionados 100 ml de suco de abacaxi e, após uma semana, comparou-se a velocidade de degradação das carnes.

Em um segundo momento foram realizadas duas pesquisas para verificar a aceitação das carnes *plant-based* na sociedade a partir de dois questionários autoria própria. Para isso, foi utilizado como referência o artigo “Produção de carne in vitro: nova realidade da sociedade moderna” (ALEXANDRE et al., 2017) para obter dados, através dos quais foram elaboradas perguntas a fim de avaliar o conhecimento dos entrevistados, dentre os quais estavam mulheres e homens adolescentes (15-17 anos) e adultos, sobre ambos os tipos de carne, como benefícios e malefícios, custo-benefício e impactos ao meio ambiente. Com isso, foi estabelecida uma estatística de quantas pessoas estão dispostas a substituir a carne natural pela carne artificial, considerando os níveis e seus respectivos grupos (vegetarianos, veganos e consumidores de carne). Além do questionário sobre os impactos da carne vegetal, uma amostra de carne artificial de grão de bico foi oferecida aos entrevistados que não tinham experimentado anteriormente o produto a base de plantas. O segundo questionário tinha por finalidade obter a opinião sensorial dos participantes sobre esse tipo de carne. As diferentes perspectivas foram comparadas entre os entrevistados e entre os dados coletados no artigo “Produção de carne in vitro: nova realidade da sociedade moderna” (ALEXANDRE et al., 2017), em que foi feita uma pesquisa online, respondida por 50 pessoas, a respeito da aceitação da carne produzida em laboratório. Com as informações recolhidas, foram elaborados gráficos para cada pergunta presente nos questionários.

O primeiro formulário começava perguntando o tipo de dieta que o entrevistado seguia (“Que tipo de alimentação você tem? ”), a fim de verificar se tal fator poderia influenciar na aceitação da carne vegetal. Em seguida, tendo como objetivo verificar o conhecimento da relação entre as carnes naturais e o meio ambiente, foram elaboras as seguintes perguntas: “Você conhece os impactos ambientais que a carne bovina causa no meio ambiente? ”, ao qual o entrevistado poderia responder sim ou não. Caso a resposta fosse positiva, era levado a uma seção, em que era feita questionado sobre quais seriam esses efeitos: “Quais seriam os impactos? ”. Como possibilidades de respostas, o participante poderia selecionar mais de uma opção entre emissão de gases do efeito estufa, desmatamento para o pasto, buraco na

camada de ozônio é consumo excessivo de água pelas atividades pecuárias. A quarta pergunta, podia ser respondida com sim ou não e tratava da noção das pessoas sobre a carne vegetal: “Você sabe o que é carne vegetal? ”. Os que respondessem que sim eram levados a uma seção que continha diversas outras indagações sobre a alternativa vegetal. Começando com perguntas de sim ou não relacionadas às vantagens da carne vegetal: “Você acha que a substituição da carne natural pela vegetal faria bem ao meio ambiente? ” e “Você acha que a substituição da carne natural pela carne vegetal faria bem a saúde? ”. Quanto a essa última pergunta, os entrevistados também tiveram que indicar quais seriam os benefícios da alternativa vegetal ao corpo humano entre as seguintes opções: digestão mais rápida pelo organismo, maior variedade de nutrientes, colesterol mais baixo e boa para a visão. A oitava indagação questionava se o participante já havia provado carne vegetal (“Você já experimentou carne vegetal?”) e, caso já tivesse, ele era levado a uma outra seção, a qual respondia se passaria a consumir carne vegetal visando uma melhoria nas condições ambientais e de saúde. Por fim, os entrevistados que já tinha provado carne plant-based disseram, entre as alternativas, qual (is) seria (m) o (s) impedimento (s) para não consumir carne vegetal: preço, viabilidade do cotidiano, gosto ou nenhuma das opções anteriores.

O segundo questionário era destinado a aqueles que participaram da degustação da carne de grão de bico. Nele, os participantes responderam uma pergunta de sim ou não se tinham achado a carne vegetal parecida com a natural e deram um depoimento por escrito sobre o que suas percepções sobre a carne *plant-based.*

Questionário 1: aceitação da carne vegetal

1. Que tipo de alimentação você tem?
2. Você conhece os impactos que a carne bovina causa no meio ambiente?
3. Quais seriam os impactos ambientais?
4. Você sabe o que é carne vegetal?
5. Você acha que a substituição da carne natural pela vegetal faria bem ao meio ambiente?
6. Você acha que essa substituição faria algum bem à saúde?
7. Quais benefícios?
8. Você já experimentou carne vegetal?

Questionário 2: após a degustação das carnes

1. Você achou a carne vegetal parecida com a natural?

Comparando as carnes vegetais e animais qual a diferença sentida após o consumo?

Resultados e Discussão

Experimento Prático

No experimento prático, tinha-se como objetivo comparar a velocidade de degradação das carnes artificiais e das carnes naturais, fator que pode ser associado à sensação de que um alimento é “leve”. Esse processo corresponde ao rompimento das ligações peptídicas, as quais constituem a estrutura dos aminoácidos, que possuem um grupo amino (NH_2), referente à função orgânica amina, e um grupo carboxila, dos ácidos carboxílicos. As quebras separam os aminoácidos que compõem as proteínas presentes nas carnes. Uma possível forma de analisar essa velocidade é utilizando a bromelina, enzima com valor comercial e biotecnológico agregado, que pode ser obtida a partir do suco de abacaxi.

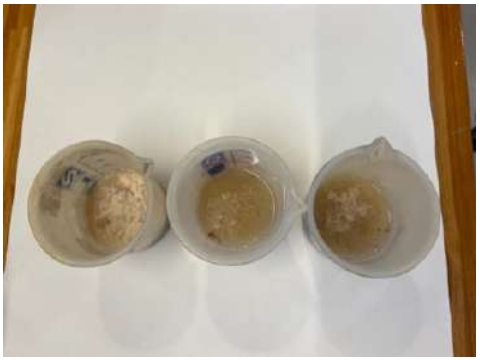
Tendo em vista os resultados, é necessário avaliar a condição das carnes durante todo o processo de degradação. Assim que foram juntados todos os materiais que seriam necessários para iniciar a nossa análise: o suco apresentava uma consistência mais líquida e as carnes de dos béqueres de ambos os experimentos estavam intactas, tanto as vegetais quanto as animais.

Após três dias de degradação, pode-se observar, em ambas as triplicatas, que as carnes animais estavam com suas fibras mais separadas, e, com um líquido mais amarelado, provavelmente o suco de abacaxi, envolta das carnes. Enquanto, nas carnes vegetais, na triplicata de massa, apresentou-se uma textura pastosa, os ingredientes separados e algumas bolhas formadas, e, na triplicata de dimensão, a textura apresentava-se mais líquida e os ingredientes separados.

Após uma semana, a carne animal ficou desfiada, com uma camada de fungo na superfície do recipiente era branca e menos espessa, e o líquido tinha uma aparência marrom e estava bastante turvo. Já as carnes vegetais estavam completamente modificadas, com fungos na superfície do béquer e líquido turvo e amarelado com os ingredientes separados.

Já no experimento em que as dimensões (5,0 x 2,5 x 2,0 cm) eram a constante, as carnes vegetais estavam completamente alteradas, sendo que, no béquer, foi possível observar fungos de aparência verde e branca, com algumas manchas vermelhas na superfície dos líquidos, o qual estava amarelo e turvo, com alguns ingredientes da carne separados. No entanto, os resultados da carne animal foram diferentes: havia uma fina camada de fungo branco na superfície dos frascos, o líquido estava com uma aparência marrom e turvo e a carne estava desfiada com alguns fungos em volta, mas não havia degradado.

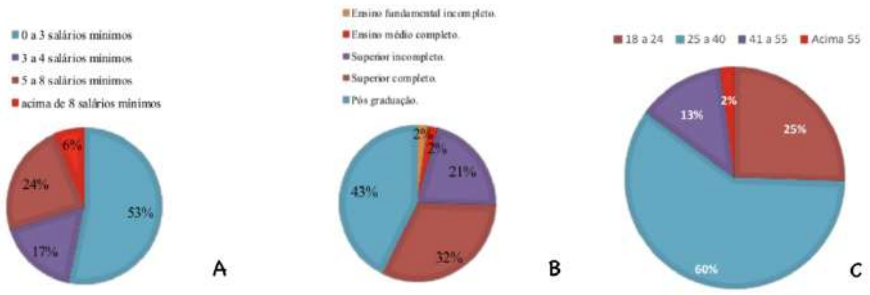
Experimento Massa Constante		
Dia	Carne animal	Carne vegetal
1		
3		

7		

Experimento Dimensão Constante		
Dia	Carne animal	Carne vegetal
1		
3		
7		

Experimento Social

O questionário sobre a aceitação da carne vegetal foi respondido por 15 pessoas, entre adolescentes (14-17 anos) e adultos (até 30 anos), cursando o Ensino Médio ou com ensino superior já completo, e renda média elevada. Além disso, também estavam incluídas dietas sem restrições, vegetarianas e veganas. As respostas de cada pergunta foram comparadas com os resultados obtidos na pesquisa em relação à aceitação das carnes produzidas em laboratório (*in vitro*) feita pelo artigo "Produção de carne in vitro: nova realidade da sociedade moderna" (ALEXANDRE et al., 2017), na qual participaram 50 pessoas, abarcando jovens de 18 anos até adultos com mais de 55 anos, além de diferentes rendas e níveis de escolaridade. Com as informações recolhidas, foram elaborados gráficos para cada pergunta presente nos questionários.



Figuras A, B, C: Gráfico A sobre rendimento dos participantes da enquete. Gráfico B sobre o nível de escolaridade dos participantes da enquete. Gráfico C sobre a idade dos participantes do estudo.

Também foi feito um segundo questionário aos que se interessaram em experimentar a carne *plant-based*, que foi respondido por 7 dos entrevistados. Tal formulário abordou a questão sobre a semelhança entre a carne vegetal e a carne animal.

Pergunta	Que tipo de alimentação você tem?			
Categoria	Vegetariano	Vegano	Celíaco	Sem restrições
Frequência	2	2	0	11

Pergunta	Você conhece os impactos ambientais que a carne bovina causa no meio ambiente?	
Categoria	Sim	Não
Frequência	11	4

Pergunta	Quais seriam os impactos?			
Categoria	Emissão de gases do efeito estufa	Desmatamento para o pasto	Buraco na camada de ozônio	Consumo excessivo de água pelas atividades pecuárias
Frequência	11	11	6	8

Dos entrevistados, a grande maioria acredita que a emissão de gases do efeito estufa e o desmatamento para o pasto são as principais consequências da carne bovina. Além disso, quase metade dos entrevistados diz que o buraco na camada de ozônio é um problema advindo da produção da carne natural. Tais informações revelam o pouco conhecimento que a sociedade tem em relação aos impactos desse tipo de carne ao meio ambiente.

Pergunta	Você sabe o que é carne vegetal?	
Categoria	Sim	Não
Frequência	14	1

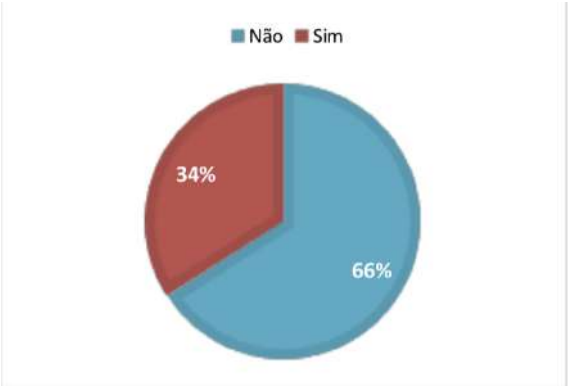


Foto D: Gráfico sobre conhecimento sobre a carne produzida em laboratório.

Dos 15 participantes, apenas uma pessoa não tinha conhecimento sobre a carne vegetal. Utilizando como base o artigo “Produção de carne in vitro: nova realidade da sociedade moderna” (ALEXANDRE et al., 2017), em que apenas 34% dos entrevistados não sabiam o que era a carne *in vitro*, pode-se dizer que essas proteínas produzidas em laboratórios não são um fenômeno tão extraordinária na sociedade atual.

Pergunta	Você acha que a substituição da carne natural pela carne vegetal faria bem ao meio ambiente?	
Categoria	Sim	Não
Frequência	13	1

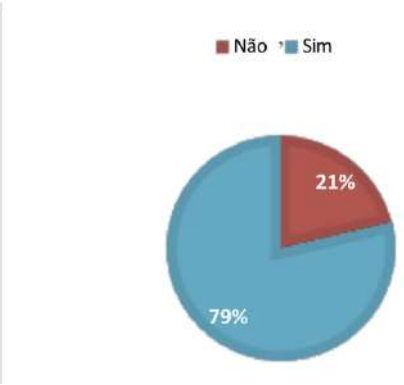


Foto E: Gráfico sobre proteção ao meio ambiente.

Ao questionadas se acreditavam que a substituição da carne natural pela carne vegetal faria bem ao meio ambiente, das 14 pessoas que têm conhecimento sobre a carne vegetal, apenas uma pensa que essa carne não é melhor que a carne natural em relação aos impactos ambientais. Além disso, ao comparar com a pesquisa feita no artigo “Produção de carne in vitro: nova realidade da sociedade moderna” (ALEXANDRE et al., 2017), em que 79% das pessoas que responderam ao questionário assentem que a alternativa artificial é menos prejudicial à natureza, é possível concluir que as vantagens ambientais das opções sintéticas são notórias na sociedade.

Pergunta	Você acha que essa substituição faria bem a saúde?	
Categoria	Sim	Não
Frequência	9	5

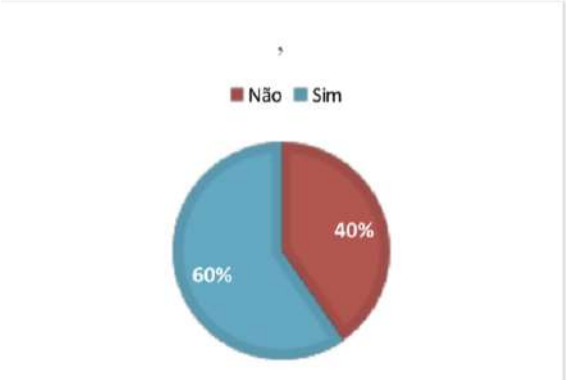


Foto F: Gráfico sobre a suposição dos participantes se as carnes produzidas em laboratório seriam mais saudáveis à saúde humana.

Em relação à saúde, diferentemente do meio ambiente, a quantidade de pessoas que acreditam que a carne vegetal possa ser boa à saúde diminuiu. O mesmo se observa no questionário feito no artigo “Produção de carne in vitro: nova realidade da sociedade moderna” (ALEXANDRE et al., 2017) em relação à carne produzida em laboratório. Assim, é possível concluir que, não só os benefícios das alternativas artificiais aos seres humanos não são tão conhecidos pela sociedade, como também há uma parcela da população que não vê malefícios nos produtos produzidos por meios não convencionais e mais industrializados.

Pergunta	Que benefícios a carne vegetal traria à saúde?			
Categoria	Digestão mais rápida pelo organismo	Maior variedade de nutrientes	Colesterol mais baixo	Faz bem para a visão
Frequência	4	8	6	1

Nessa pergunta, os 9 entrevistados que acreditavam que a carne vegetal é boa para a saúde podiam selecionar todos os prós desse alimento para o corpo humano. Assim, pode-se ver que a gama de nutrientes que a alternativa *plant-based* apresenta é conhecida pelo público. No entanto, outros benefícios como a digestão mais rápida pelo organismo e colesterol mais baixo parecem ser menos perceptíveis aos olhos da sociedade.

Pergunta	Você já experimentou carne vegetal?		
Categoria	Sim	Não	Não, mas tenho vontade
Frequência	9	1	4

Dentre aqueles que sabiam do que se tratava a carne vegetal, nove já haviam experimentado. Além disso, dos que nunca tinha provado, apenas uma pessoa não demonstrou interesse em degustá-la. Dessa forma, pode-se dizer que, apesar de nem todos conheceram a alternativa plant-based, é significativa a parcela da sociedade que tem curiosidade em descobrir mais sobre essa opção.

Pergunta	Você passaria a consumir carne vegetal visando uma melhoria nas condições ambientais e de saúde?	
Categoria	Sim	Não
Frequência	6	3

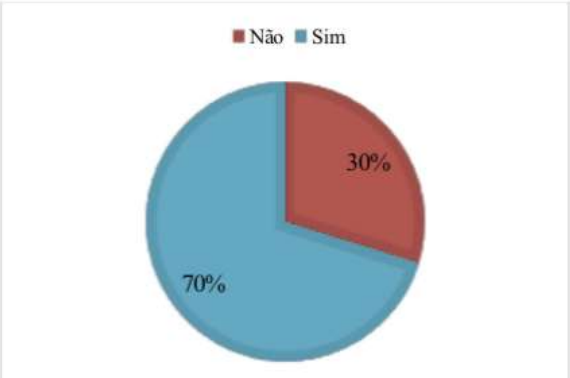


Foto G: Gráfico sobre o questionamento de consumo da carne artificial produzida em laboratório.

A fim de saber se aqueles que já tinha consumido a carne vegetal passariam a consumi-la para melhorar a situação ambiental e de saúde, foi realizada essa pergunta para apenas aqueles nove que responderam que já tinha provando-a. A substituição não foi uma resposta unânime, mas sim, três mostraram-se contrários a aderirem a alternativa artificial. Essa mesma resistência também pode ser observada em relação às carnes *in vitro* por parte de 30% dos participantes da pesquisa realizada no artigo "Produção de carne in vitro: nova realidade da sociedade moderna" (ALEXANDRE et al., 2017). Tais resultados levam à indagação se tal relutância não estaria relacionada à viabilidade no cotidiano, já que a opção sintética é mais cara que a natural.

Pergunta	Qual seria o impedimento para você não consumir carne vegetal?			
Categoria	Preço	Não gosto	Viabilidade do cotidiano	Nenhum
Frequência	6	2	2	2

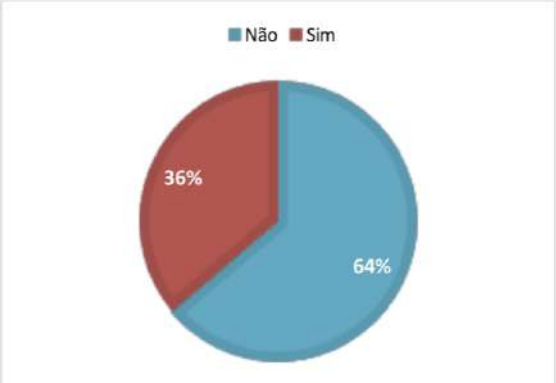


Foto H: Gráfico sobre o questionamento da compra de carne produzida em laboratório ou artificial por um preço mais elevado.

As nove pessoas que foram questionadas sobre a inclusão da alternativa vegetal em suas dietas, também selecionaram, dentre as alternativas apresentadas, todas aquelas que representam impedimentos à substituição da carne natural pela sintética. Os resultados obtidos atenderam às expectativas, já que o custo-benefício se mostrou como um obstáculo para a maioria dos entrevistados. Essa barreira também aparece no artigo “Produção de carne in vitro: nova realidade da sociedade moderna” (ALEXANDRE et al., 2017), em que 64% das pessoas disseram que não pagariam mais pela carne artificial. Um segundo questionário foi realizado para todos os participantes que se interessaram em provar a carne vegetal. Assim, após ser oferecido um pequeno pedaço de uma carne de grão de bico, os 7 entrevistados que participaram da degustação foram questionados se acharam a alternativa *plant-based* parecida com a natural, o que só foi assentido por uma pessoa.

Pergunta	Você achou a carne vegetal parecida com a natural?	
Categoria	Sim	Não
Frequência	6	1

Os participantes também tiveram que fazer um depoimento sobre o que acharam da carne vegetal. As principais diferenças apontadas foram o gosto e a textura:

“Na carne vegetal, podemos sentir um gosto muito forte de grão de bico, é uma carne mais seca com muita pouca suculência”.

“O gosto é um pouco parecido, mas a textura é diferente”.

“O sabor e a textura são completamente diferentes”.

“O gosto da carne vegetal é um pouco diferente, mas simula bem o gosto de carne animal até certo ponto. A textura também é diferente, porém é quase imperceptível e a carne vegetal parece ter menos consistência do que a carne animal”.

“A carne vegetal deixou uma “sensação” diferente da carne animal - no sentido que, o gosto após engolir é diferente (como se fosse mais amargo nas carnes vegetais) ”.

“O gosto é bem diferente. A carne vegetal parece mais uma torta”.

“A carne vegetal é mais leve e mais fácil de digerir, mas não tem gosto de carne. Tem gosto de comida de festa, como croquete”.

Conclusão

Em conclusão, apesar da substituição da carne animal pela vegetal ser muito benéfica tanto para o meio ambiente quanto para os seres humanos, tal alteração nos hábitos alimentares da sociedade ainda apresenta vários entraves. Por meio do experimento prático, foi possível comprovar que a carne vegetal apresenta uma degradação mais rápida quando comparada à carne animal, aspecto que traz benefícios ao bem-estar do consumidor, já que, não só se tem a sensação de que o alimento é mais leve, como também representa uma vantagem à saúde humana, visto que uma boa digestão é fundamental para evitar e, até mesmo, combater problemas no aparelho digestivo.

Contudo, o experimento teórico corroborou os desafios que as carnes artificiais têm de superar para serem aceitas pela sociedade. Segundo o questionário, apesar da maioria dos entrevistados terem conhecimento dos efeitos negativos que a carne animal tem no meio ambiente, bem como considerem que a substituição dessa pela carne vegetal seja benéfica tanto à saúde quanto ao planeta, uma parcela significativa deles ainda se mostra relutante em aderir a essa modificação na sua dieta. Dentre as

justificativas para essa resistência às carnes artificias, a mais comum foi o preço, alegando o alto custo do produto. Com isso, pode-se concluir que as carnes artificiais, além dos dilemas sociais, terão de enfrentar os impasses econômicos para ter uma aceitação maior e, dessa forma, efetivamente ser incorporada na dieta de um número cada vez mais de pessoas.

Referências

- ALEXANDRE, Simoni Kempinski; NASCIMENTO, Karina Emília; PINTO, Laura Adriane; PRADO, Ivanor; VITAL, Ana Carolina. **Produção de carne *in vitro*: nova realidade da sociedade moderna**. PUBVET, v.11, n.9, p.840-847, 2017. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a7b6/bd6b4aa9e2fa192eb58e910c19a276e80e2d.pdf>. Acesso em: 09/03/2022.
- ALTOÉ, Isabella; MENOTTI, Gabriel. **A (re) invenção da carne: Controvérsias e potências das carnes artificiais.** Ponto Urbe, São Paulo, 26, 28/05/2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/pontourbe.7748> Acesso em: 09/03/2022.
- ALMEIDA, Vanessa; CANESIN, Edimilson; SUZUKI, Rúbia; PALIOTO, Graciana. **Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação do Íon Cúprico**. QNEsc, Vol. 35, fevereiro de 2013, p. 34-40. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/06-EEQ-79-11.pdf>. Acesso em: 25/03/2022.
- FREITAS, Camilla; PERALTA, Aline; CARVALHO, Aline; CARIOCA, Antonio; FISBERG, Regina; MARCHIONI, Dirce. **Qualidade da dieta entre consumidores e não consumidores de carnes vermelhas e processadas: estudo ISA-Capital**. SciELO, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/75VHVHkzB47XZjCW73wVJLw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24/03/2022.
- MEDEIROS, Sérgio. **Dez perguntas sobre carne de laboratório para você saber mais sobre adoçantes**. Scot consultoria, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229524/1/DezPerguntasCarne-3.pdf>. Acesso em: 23/03/2022.

- NUNES, Mônica. **Comendo o Planeta: livro revela os impactos ambientais do consumo de carnes e derivados**. Conexão planeta, 2015. Disponível em: <https://conexaoplaneta.com.br/blog/comendo-o-planeta-livro-revela-os-impactos-ambientais-do-consumo-de-carnes-e-derivados/>. Acesso em: 23/03/2022.
- BALBINO, Raiza; LIMA, Andrei. **Os impactos ambientais na UNICAMP oriundos do consumo de carne vermelha.** Revista Ciências do Ambiente On-Line, Vol.7, julho de 2011. Disponível em: < http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/download/295/228>. Acesso em: 20/04/2022.
- BRAIBANTE, Mara; ZAPPE, Janessa. **A química dos agrotóxicos**. Química nova nas escolas, Vol. 34, p. 10-15, fevereiro de 2012. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf>. Acesso em: 27/04/2022.
- PEDREIRA, Carla. **Problemas relacionados com a coloração da carne.** BEEFPOINT, 2001. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/problemas-relacionados-com-a-coloracao-da-carne-4982/#:~:text=Alguns%20problemas%20de%20colora%C3%A7%C3%A3o%20da,PSE%20e%20a%20carne%20DFD>. Acesso em: 27/04/2022.
- CONTE, Franciéli. **Efeitos do consumo de aditivos químicos alimentares na saúde humana**. Revista Espaço Acadêmico, n°181, junho /2016, 69-81. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/30642/16770>. Acesso em: 27/04/2022.
- MOTA, Gisele; ANDRADE, Káryta; BORGES, Larissa; SILVA, Lorena; SILVA, Lorrainy; SOARES, Raianny; ARAÚJO, Sandra. **Os benefícios da bromelina não digestão, como proposta para a construção de conhecimento bioquímico em alunos do Ensino Médio.** ENEQ, 2012. Disponível em: < https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/8071/5769>. Acesso em: 24/08/2022.

- **7 benefícios da carne vermelha para a saúde**. BLOG Premix, 2022. Disponível em:<https://www.premix.com.br/blog/7-beneficios-da-carne-vermelha-para-a-saude/>. Acesso em: 26/08/2022.
- **Muito além da exploração animal: criação de gado promove consumo de recursos naturais e danos ambientais em escala estratosférica.** ECycle. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/muito-alem-da-exploracao-animal-criacao-gado-promove-gastos-recursos-naturais-danos-ambientais-em-escala-estratosferica-emissoes-gases-uso-agua-terra-alimento-desmatamento-pastagem-residuos-contaminac/>. Acesso em: 26/08/2022.
- BRIDI, Ana **Consumo de carne bovina e saúde humana: convergências e divergências**. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/consumo%20de%20carne%20revisado%20II%20livro%20ronaldo.pdf>. Acesso em: 26/08/2022.
- SOUZA, Guilherme; SILVA, Adriana; CARREIRA, Raquel; SILVESTRE, Marialice. **Obtenção de Bromelina e caracterização da atividade proteolítica visando a sua utilização na produção de suplemento dietético para fenilcetonúricos.** Disponível em: <file:///C:/Users/aluno/Downloads/Bromelina%20e%20digest%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 24/08/2022.
- FERREIRA, Layane; SILVA, Diego; SOARES, Dário; SCHEIDT, Gessiel. **A utilização de resíduos das agroindústrias de suco de abacaxi para a produção de bromelina,** 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/aluno/Downloads/Bromelina%20e%20sistema%20digest%C3%B3rio.pdf>. Acesso em: 24/08/2022.
- ABÍLIO, Gisely; HOLSCHUH, Heinz; BORA, Pushkar; OLIVEIRA, Eliazar. **Extração, atividade da bromelina e análise de alguns parâmetros químicos em cultivares de abacaxi.** Rev.Bras.Frutic. V. 31, n.4, p. 1117-1121, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/5VWKW5fqbLHZWjR8CtVdLPF/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 19/10/2022.
- GODOI, Patricia. **Estudo da atividade enzimática da bromelina pura em solução em diferentes temperaturas e pH**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade

Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: < https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNICAMP-30_3db1a1faffc75ec05f4704db79908658>. Acesso em: 19/10/2022.

- Figura 1: Our World in Data. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/global-meat-projections-to-2050> . Acesso em: 31/08/2022.
- Figura 2: Repositório da Universidade de Lisboa. Disponível em: < https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1299/9/19332_ulfc091258_tm_9_CAPITULO_1.pdf>. Acesso em: 02/09/2022.
- Figuras A, B e C: Gráfico A sobre rendimento dos participantes da enquete. Gráfico B sobre o nível de escolaridade dos participantes da enquete. Gráfico C sobre a idade dos participantes do estudo. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a7b6/bd6b4aa9e2fa192eb58e910c19a276e80e2d.pdf> (ALEXANDRE et al., 2017). Acesso em: 09/03/2022.
- Figura D: Gráfico sobre conhecimento sobre a carne produzida em laboratório. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a7b6/bd6b4aa9e2fa192eb58e910c19a276e80e2d.pdf> (ALEXANDRE et al., 2017). Acesso em: 09/03/2022.
- Figura E: Gráfico sobre proteção ao meio ambiente. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a7b6/bd6b4aa9e2fa192eb58e910c19a276e80e2d.pdf> (ALEXANDRE et al., 2017). Acesso em: 09/03/2022.
- Figura F: Gráfico sobre a suposição dos participantes se as carnes produzidas em laboratório seriam mais saudáveis à saúde humana. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a7b6/bd6b4aa9e2fa192eb58e910c19a276e80e2d.pdf> (ALEXANDRE et al., 2017). Acesso em: 09/03/2022.
- Figura G: Gráfico sobre o questionamento de consumo da carne artificial produzida em laboratório. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a7b6/bd6b4aa9e2fa192eb58e910c19a276e80e2d.pdf> (ALEXANDRE et al., 2017). Acesso em: 09/03/2022.
- Figura H: Gráfico sobre o questionamento da compra de carne produzida em laboratório ou artificial por um preço mais elevado. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a7b6/bd6b4aa9e2fa192eb58e910c19a276e80e2d.pdf> (ALEXANDRE et al., 2017). Acesso em: 09/03/2022.

Moda Aeropônica: O Uso da Aeroponia na Moda Sustentável

Ana Clara Rocha Boselli, Isabelle Badanais Leite, Katherine Warwick Parker de Sá Leitão, Pietra Machado Veronezi

Professoras orientadoras: Fernanda Beraldo Lorena e Lilian Siqueira

Colégio Bandeirantes

Resumo

A agroindústria é essencial para a sobrevivência humana, entretanto, considerando o crescimento exponencial da população global e o aumento do consumo de produtos agrícolas, recursos naturais estão se esgotando. Para tratar dessa situação preocupante, propõe-se a utilização do sistema aeropônico de irrigação, visto que ele produz menos resíduos e consome menos água e nutrientes do que o sistema tradicional. Ademais, ele é bastante efetivo para produção em massa com ocupação de mínimo espaço. Outro fator é que a moda é historicamente utilizada para criticar e comentar sobre o mundo pela sua capacidade de chamar a atenção do público. Logo, um protótipo que junta moda e sustentabilidade foi desenvolvido, no qual um vestido foi manufaturado para promover agricultura limpa. O projeto é uma estufa dentro de um vestido, construído no formato de domo que contribui para o aspecto de saia e para a irrigação das raízes, e com um corpete feito como a parte superior do vestido. Usando a aeroponia, as cebolinhas conseguiram crescer excepcionalmente fora do solo, demostrando como o sistema pode ser uma alternativa para técnicas de agricultura que são prejudiciais para o meio ambiente.

Palavras-chave: aeroponia; moda, sustentabilidade, estufa; solo.

Abstract

The agricultural industry is one of the most important for human survival, however, given the exponential growth in the global population and the rise in product consumption, natural resources have been strained. In order to address this worrying situation, we propose adopting the aeroponics system of irrigation, since it produces

little waste and consumes less water and nutrients than the tillage system. Furthermore, it is highly efficient for the purposes of mass production all the while taking up minimal space. Another factor is that fashion has been historically used to make statements about the world because of its ability to grab the viewer's attention. Therefore, a prototype that links fashion and sustainability was developed, in which a gown was manufactured to promote ecologically friendly agriculture. The project is a greenhouse within a dress, built in a dome shape that contributes to the visible aspect of a skirt and irrigation of the chive's roots, and with a corset constructed as the top of the gown. Using aeroponics, the chives could grow at a remarkable rate without the use of soil, showcasing how the system can be applied as an alternative to modern agricultural practices that are hazardous for the environment.

Keywords: aeroponics; fashion; sustainability; greenhouse; soil.

Introdução

A união entre tecnologia e cultura é primordial para o desenvolvimento de uma sociedade, uma vez que as artes desde o início dos tempos, foram usadas como forma de identificação e expressão cultural. Os primeiros registros da humanidade foram em forma de arte, sendo o mais antigo presente na Ilha de Celebes, na Indonésia (GOPALAKRISHNAN, 2021). A arte reflete o contexto histórico e social no qual está inserida, muitas vezes como forma de manifestação. Um exemplo de protesto envolvendo moda foi o movimento "Time's Up", em que no Globo de Ouro de 2018, grande parte dos convidados foram vestidos de preto (Imagem 1) como forma de sensibilização pelo grande número de casos de assédio e abuso sexual contra as mulheres na indústria Hollywoodiana (CESTARO, 2021).

Imagem 1: Elementos das roupas de celebridades que apoiaram o movimento "Time's Up"- Fonte: ABC7 News.

A moda é uma ferramenta de socialização e construção cultural. A importância dela é tão grande que se chega a criar padrões de beleza baseados nela. Ao longo da história, a moda foi o principal meio de identificação entre classes sociais, como na época da Revolução Francesa, quando a maneira de se vestir estava associada com as classes sociais. No antigo Império Romano era proibido o uso da cor roxa para a população, sendo exclusiva ao Imperador. Isso ocorria porque o corante que dá origem a ela é difícil de achar e, consequentemente caro. Isso simbolizava a riqueza e o poder do governante absoluto de Roma (TESTONI, 2018).

Imagem 2: Desenho de imperador romano usando uma roupa cor púrpura - Fonte: Superinteessante.

No entanto, muitos sistemas de manufatura de roupas se afastam de um ideal sustentável, principalmente com o crescimento da indústria de *fast fashion* no cenário mundial. Nesse sistema, vestimentas em tendência são vendidas a baixos preços, uma vez que são produzidas a partir de materiais de pouca qualidade, em larga escala, com mão de obra extremamente barata (DIGITALE TÊXTIL, 2020). Isso resulta em peças frágeis e mal produzidas, o que acaba levando ao descarte em massa após curtos períodos de uso.

Esse desperdício desencadeado pela *fast fashion* é extremamente nocivo para a qualidade de vida da sociedade, dado que para sua produção há a exploração de mão de obra. Além disso, há a questão ambiental significativa ligada à manufatura, associada com a grande produção de lixo não degradável (Imagem 3). A produção de materiais como algodão, poliéster e viscose gera grande desperdício, além do fato de demorarem décadas para se decompor, poluindo águas e prejudicando a vida selvagem. Um exemplo disso é o centro comercial do Brás, em São Paulo, que descarta 45 toneladas de lixo têxtil por dia (CAMBRAIA, 2021). Portanto, se medidas não forem tomadas para mitigar esses problemas, não haverá recursos suficientes para suprir a crescente população.

Imagem 3: Infográfico sobre desperdício na indústria da moda - Fonte: VLG1 News.

Esse crescimento populacional também reflete em uma maior demanda por alimentos, acarretando o desafio de aumentar a produção sem comprometer os recursos naturais do planeta. Tendo em vista esse contexto, a aeroponia pode ser

considerada uma estratégia inovadora e sustentável para otimizar o problema da falta de locais propícios para plantações. Apesar de ser uma técnica pouco explorada, mostra-se eficaz para esse fim (LAKHIAR *et al.*, 2020).

Por meio da técnica de aeroponia é possível cultivar vegetais durante o ano todo e com significante maior eficiência do que em solo (menores esforços, maiores resultados). Além disso, por não haver a necessidade do uso de substrato para o cultivo, o sistema pode ser bastante proveitoso em áreas com recursos naturais insuficientes (LAKHIAR *et al*., 2018).

A estufa aeropônica pode ser uma grande contribuição para a sociedade, dado que cerca de um terço da população mundial depende da agricultura para sobreviver. Com o uso de tal modelo nas plantações, haveria maior controle no uso de nutrientes e água, devido ao uso de um cano que envia quantidades adequadas para o desenvolvimento de plantas. Isso possibilita menor desperdício, diferente da agricultura comum utilizada atualmente, além de diminuir a quantidade de doenças e infecções devido ao processo não ser realizado em terra. Assim, a produção de alimentos por meio dessa técnica seria uma alternativa para a produção de alimentos no futuro, uma vez que os recursos na superfície terrestre poderão estar se esgotando devido a ação antrópica. (LAKHIAR *et al.*, 2018).

Imagem 4: Infográfico sobre desperdício na indústria da moda - Fonte: VLG1 News.

Outro aspecto positivo desse tipo de produção é o fato de que evita a eutrofização (Imagem 5), fenômeno caracterizado pelo crescimento abundante de algas, ocasionado por um aumento repentino de nutrientes em algum reservatório de água, como lagos e rios. O fosfato que compõe o fertilizante NPK (nitrogênio, fosfato

e potássio), usado na agricultura tradicional, permite o crescimento de diversos organismos, incluindo essas algas. Com isso, a utilização do NPK em plantações é um risco de contaminação de corpos d´água, quando levado pela chuva, sendo isso o processo de lixiviação. Desse modo, as algas aproveitam o fosfato residual da agricultura para se desenvolverem (ALMEIDA, 2011).

O efeito de contaminação resultado da eutrofização poderia ser evitado com o uso da aeroponia, visto que a quantidade de nutrientes do tipo NPK poderia ser mais bem administrada e os resíduos de fosfato do sistema aeropônico não chegam a rios e lagos, evitando o problema e não protegendo o meio ambiente (ALMEIDA, 2011).

Imagem 5: Infográfico sobre eutrofização - Fonte: Árvore e água.

Segundo Zhang e Candy (2006) os projetos que unem arte e tecnologia procuram encorajar a criatividade e tornar as colaborações interdisciplinares mais integradoras. Tendo em vista esse contexto e buscando relacionar a tecnologia das estufas aeropônicas com a arte presente no mundo da moda, esse projeto busca unir

a arte e tecnologia, tendo como foco os problemas de sustentabilidade e suas soluções. Para isso, buscamos responder a seguinte pergunta de pesquisa:

É possível construir um protótipo de uma estufa aeropônica interligada ao mundo da moda?

Objetivos

Objetivo geral: unir arte e tecnologia, por meio da construção de um protótipo de uma estufa aeropônica e fabricação de um vestido

Objetivos específicos: Tratar e analisar o funcionamento de estufas aeropônicas; desenhar o vestido, estruturar o corpete do vestido e uni-lo com a saia; construir uma estufa aeropônica no molde da saia; demonstrar a relação entre tecnologia e arte.

Materiais e Método

Durante o desenvolvimento do projeto, foi construído um protótipo de estufa aeropônica no formato de um vestido, combinando arte e ciência com objetivo de testar se a aeroponia é viável nesse formato, e se é mais eficaz que métodos convencionais de cultivo com solo. A comparação do desenvolvimento das plantas foi feita a partir do uso de um grupo controle de cebolinhas, cultivadas em terra com uma aplicação de NPK e regadas rotineiramente. O outro grupo, cultivado dentro da estufa, recebeu o vapor de água (misturada com NPK durante um período de teste), de modo que se pode observar a tonicidade da planta e o tamanho que as cebolinhas alcançaram.

Imagem 6: Cebolinha plantada em solo - Fonte: feito pelas autoras.

A estrutura da saia do vestido foi desenvolvida com canos de PVC e arame, e foi estruturada em quatro camadas: a primeira composta por uma caixa de madeira revestida com lona que alocou o umidificador, este transformou tanto o NPK (suco nutritivo), quanto a água, em vapor, e serviu de base para o vestido. Os canos de PVC foram fixados na tampa da caixa de madeira (1) e, quando necessário, erguidos para o suco nutritivo atingir as cebolinhas; a segunda conteve as raízes de cebolinha e o vapor nutritivo (2); a terceira foi onde as mudas de cebolinha foram apoiadas (3); e a última, composta pelas luzes de LED rosa (4). Nota-se que para o suco nutritivo, foi utilizado a proporção de 12 gramas de NPK 10-10-10 esmagado para 1 litro de água mineral, garantindo nutrientes suficientes para o desenvolvimento das plantas. (ALMEIDA, 2011).

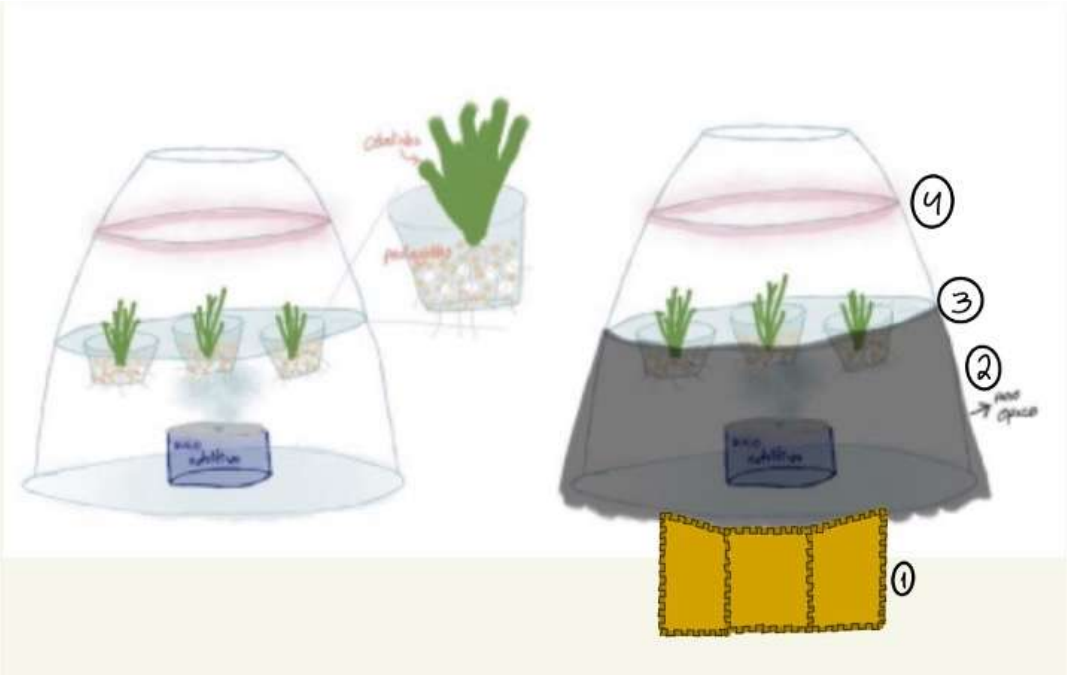


Imagem 7: Ilustração do trabalho final - Fonte: feito pelas autoras.

Logo, para o desenvolvimento da estufa, o broto foi exposto a diferentes intensidades de vapor d´água, e assim as raízes expostas e folhas puderam ser analisadas de acordo com o crescimento.

Após a execução desses passos, o corpete foi desenvolvido com arame e tule, sendo que o arame foi moldado manualmente baseado em um padrão de 1880 (era Napoleônica-Vitoriana). Concluído esse processo, a estufa foi montada e ligamos o

protótipo, como a intensidade ideal de vapor de água e luz rosa, a qual contribuiu para o desenvolvimento da planta.

Os materiais utilizados para a realização do projeto estão listados abaixo:

- 2,1 metros de lona plástica transparente
- 1,05 metro de lona opaca
- 4 placas de madeira
- 5 metros de tule
- 2,32 metros quadrados de acrílico
- 1 metro de fita de LED rosa flexível (https://shopee.com.br/FitaDe-Led-Super-Led-5050-Rosa-01-Metroi.201682748.10815226892)
- 4 mudas de cebolinha que foram cultivadas juntas
- 1 cano de PVC de 3 metros, com 3 centímetros de diâmetro
- 5 metros de arame
- 1 Umidificador com capacidade de 2 litros
- Materiais para 1 litro de suco nutritivo
  - - 12 gramas de NPK 10-10-10 esmagado (https://youtu.be/mSMLC6eC9YU)
  - - 1 litro de água mineral
- Tubos de cola quente - Super bonder
- Linha para costurar
- Agulha 18 para a máquina de costura

* Quando se compra tecido, a unidade de medida usada é o metro, porque a largura do rolo de tecido pode variar. Assim, a quantidade de tecido comprada geralmente é uma estimativa feita pela costureira pessoalmente em uma loja.

Resultados e Discussão

Ao construir o protótipo, ficou cada vez mais claro como a moda e a ciência estão interligadas, uma vez que para construir as primeiras etapas foi necessário explorar o pensamento para elaborar uma junção harmoniosa do científico com técnicas de costura. O protótipo foi construído em 4 etapas:

Na primeira etapa, foi desenvolvida a estrutura primária, feita de arame, laços e fita isolante. Esta foi principalmente responsável por dar o formato de redoma ao

projeto, a qual é importante para a irrigação das cebolinhas a partir do direcionamento do vapor nutritivo para as raízes e para o perfil de saia. Já a estrutura secundária sustentou as 3 mudas e permitiu que as raízes ficassem expostas propriamente. Para isso, uma placa de acrílico foi cortada à laser a partir das medidas de um molde feito de papelão, canos de PVC foram pintados de branco com tinta acrílica e guache e 3 recipientes de plástico foram recortados para expor as raízes, formando uma estrutura de acrílico apoiada nos canos de PVC.

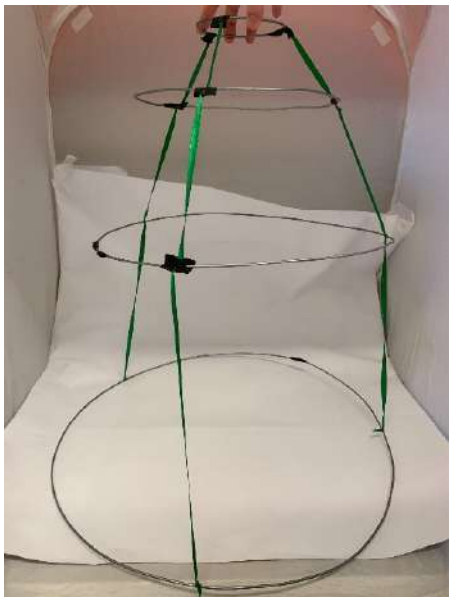


Imagem 8: Imagem da estrutura primária - Fonte: feito pelas autoras.

Imagem 9: Imagem da estrutura secundária da estufa, com a cebolinha - Fonte: feito pelas autoras.

Na segunda etapa, uma caixa de madeira foi construída em forma de hexágono. Esta foi feita a partir de placas de MDF em que cada parte foi cortada individualmente à laser, conectadas com pressão e sem cola, e revestida com papel *contact* transparente, o qual impermeabilizava relativamente bem o seu interior, evitando danos por umidade. A caixa também possuía um corte em círculo para o fio da tomada sair em uma das laterais, assim como um corte oval feito em base do umidificador para o vapor alcançar as mudas de cebolinha. A caixa é essencial para a sustentação dos canos de PVC, dado que os canos serão apoiados na tampa.

Imagem 10: Imagem da caixa de madeira – Fonte: feito pelas autoras.

Na terceira etapa, a saia foi revestida por painéis em formas de trapézio de lona plástica transparente, utilizando a técnica para a construção de uma saia godê. Para a montagem do protótipo, foi feito o corte das lonas, as costuras, as pregas na cintura e o ajuste do comprimento.

Imagem 11: A. Imagem da estrutura da estufa com a lona e a placa acrílica. B. Imagem da estufa com o LED rosa – Fonte: feito pelas autoras.

Na última etapa, as plantas foram transferidas para o apoio em que as raízes ficaram penduradas. O corpete foi finalizado e a base da saia foi inserida para que fosse colocado o umidificador com o suco nutritivo, sendo a primeira camada da saia

feita de lona plástica transparente, a qual foi costurada entre a cintura e a primeira camada de arame, e por dentro foi colocada a fita LED rosa.

Em suma, a construção do vestido envolveu tanto conceitos científicos quanto de moda, permitindo o funcionamento do projeto e estética agradável.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos durante a construção do protótipo da estufa aeropônica, é possível afirmar que a moda viabilizou uma alternativa mais sustentável de produção de alimentos, quando comparada com técnicas que são prejudiciais ao meio ambiente. O projeto comprovou a possibilidade da adoção da produção de alimento com poucos materiais e menor área, a qual otimiza o desperdício da produção por não necessitar de solo, além do cultivo das plantas em um ambiente controlado.

O desenvolvimento do protótipo, envolto por um vestido, demonstra o êxito do modelo de agricultura sustentável. Com o esgotamento dos recursos naturais da Terra, decorrente do aumento exponencial da população global, a técnica de aeroponia será uma alternativa eficiente para evitar o desperdício de água e nutrientes e, assim, proporcionar alimento suficiente para as próximas gerações, uma vez que proporciona uma produção em massa, sem a necessidade de grandes propriedades agrícolas.

Para dar destaque ao modelo aeropônico, foi construído uma redoma com estrutura similar à de uma saia, com isso o protótipo foi envolvido por um vestido que contribui a visualização da estufa em camadas, além de isolar a luz das raízes dos brotos de cebolinha. Assim, as mudas cresceram exponencialmente e de modo ecológico, demonstrando que há esperança para um futuro mais sustentável.

Referências

- LAKHIAT, I.A.; **Monitoring and Control Systems in Agriculture Using Intelligent Sensor Techniques: A Review of the Aeroponic System**, *Journal of Sensors*, vol. 2018, Article ID 8672769, 18 pages, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2018/8672769>. Acesso em: 09/03/2022

- LAHKIAR, I.A.; GAO, J.; SYED, T.N.; CHANDIO, F.A.; BUTTAR, N.A. (2018) **Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: a review on aeroponics**, Journal of Plant Interactions, 13:1, 338-352, DOI: 10.1080/17429145.2018.1472308. Disponível em: < https://doi.org/10.1080/17429145.2018.1472308>. Acesso em: 09/03/2022
- GOPALAKRISHNAN, M. **Descoberta pintura rupestre mais antiga do mundo**. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/descoberta-pintura-rupestre-mais-antiga-do-mundo/a-56229024>. Acesso em: 16/03/2022
- CESTARO, B. **Como a moda transmite posições políticas e momentos históricos**. Disponível em': < https://claudia.abril.com.br/moda/moda-politica/#:~:text=A%20moda%20n%C3%A3o%20seria%20diferente,transformaram%20no%20que%20%C3%A9%20hoje.>. Acesso em: 16/03/2022
- LACKHIAR, I.A; GAO, J.M; SYED, T.N; CHANDIO, F.A; TUNIO, M.H; AHMAD, F; SOLANGI, K.A. **Overview of the aeroponic agriculture – An emerging technology for global food security.** Disponível em: <http://www.ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/5156/pdf>. Acesso em: 09/03/2022
- REICHART, E; DREW, D. **By the Numbers: The Economic, Social and Environmental Impacts of "Fast Fashion".** Disponível em: < https://www.wri.org/insights/numbers-economic-social-and-environmental-impacts-fast-fashion?inline-read-more=>. Acesso em: 18/03/2022.
- OSHRI, H. **Three Reasons Why Fast Fashion Is Becoming A Problem (And What To Do About It).** Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/theyec/2019/05/13/three-reasons-why-fast-fashion-is-becoming-a-problem-and-what-to-do-about-it/?sh=4d5930cb144b>. Acesso em: 18/03/2022
- DIGITALE TÊXTIL, 2020. **O que é fast fashion e quais são seus impactos?** Disponível em: <https://www.digitaletextil.com.br/blog/o-que-e-fast-fashion/>. Acesso em: 18/03/2022
- ALMEIDA, L.G. **Eutrofização.** Disponível em: <https://microbiologia.icb.usp.br/cultura-e-extensao/textos-de-

divulgacao/bacteriologia/microbiologia-ambiental/eutrofizacao/>. Acesso em: 18/03/2022

- ZHANG, Y.; CANDY, L. **Investigating Interdisciplinary Collaboration: Case Studies in Art and Technology**. Disponível em: <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/6721/1/2006005350.pdf>. Acesso em 18/03/2022
- CAMBRAIA, S. **Fast fashion e os impactos no meio ambiente** Disponível em: <https://blogfca.pucminas.br/colab/fast-fashion-meio-ambiente/>. Acesso em: 20/04/2022
- TESTONI, M. **Qual é a tintura de tecido mais cara da história?**. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-e-a-tintura-de-tecido-mais-cara-da-historia/>. Acesso em: 27/04/2022

Referências das Imagens

- Imagem 1- CLEMENS, D. **A-listers' fashion blackout at Golden Globes protests sexual misconduct in Hollywood**. Disponível em: <https://abc7news.com/metoo-golden-globes-globe-awards-hollywood/2878068/> Acesso em: 18/03/2022
- Imagem 2 - TESTONI, M. **Qual é a tintura de tecido mais cara da história?** Disponível em: < https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-e-a-tintura-de-tecido-mais-cara-da-historia/>. Acesso em: 27/04/2022
- Imagem 3 - ROCHA, N. **Os impactos econômicos e ambientais do fast fashion.** Disponível em: <https://news.vlgi.com.br/artigo/2020-12-27/os-impactos-economicos-e-ambientais-do-fast-fashion>. Acesso em: 18/03/2022.
- Imagem 4 - STEEMIT. **Aeroponics: Growing plants with no soil, little water, and renewable energy!** Disponível em: <https://steemit.com/gardening/@ecoswell/aeroponics-growing-plants-with-no-soil-little-water-and-renewable-energy>. Acesso em: 18/03/2022.
- Imagem 5 - ÁRVORE E ÁGUA. **Eutrofização.** Disponível em: <https://arvoreagua.org/agronegocio/eutrofizacao>. Acesso em: 21/03/2022

Plantação de rabanetes em solo simulado de Marte

Ana Luísa Melloni Chacon Arnone, Corinne Emanuelle Sanchez Cruz, Derek Du, Max Remesso da Fonseca e William Hee Joon Lee.
Professoras orientadoras: Fernanda Lorena e Lilian Siqueira.
Colégio Bandeirantes

Resumo

A alimentação é um dos fatores vitais para a sobrevivência humana. Portanto, caso haja a necessidade de colonizar Marte, a plantação de vegetais contribuirá para manter uma dieta saudável e adaptada para o metabolismo humano. Neste contexto, o experimento explorou possibilidades para viabilizar um plantio efetivo de rabanetes em solo simulado marciano, a fim de comparar a produtividade dos diferentes níveis de aprimoramento do solo. Foram utilizados oito vasos, sendo um a variável controle com terra normal, o segundo, solo simulado de Marte e outros dois vasos compostos 50% por terra normal e a outra metade com componentes químicos característicos do solo vermelho que foram adicionados proporcionalmente. Nestes dois, foram adicionados fertilizantes naturais e restos de matéria orgânica. Entretanto, foram utilizadas luzes vermelha e azul no último para auxiliar na germinação e crescimento do vegetal. Este experimento comprovou que a terra normal é indispensável para realizar um plantio efetivo. Assim, o segundo vaso não obteve resultados positivos. Diferentemente deste, o terceiro e quarto vaso resultaram em um bom crescimento do rabanete, visto que as raízes e as folhas estão sadias. Entretanto, o último nível, gerou plantas maiores e em maior quantidade em menor tempo de plantio, fortificando a ideia de que as luzes foram cruciais para um melhor desempenho. Em conclusão, o estudo demonstrou que através de melhorias é possível a plantação de rabanetes em solo simulado marciano.

Palavras-chave: solo marciano, rabanete, simulação, plantação, luzes, modificações, terra

Abstract

Food is one of the most vital factors for human survival. Therefore, if there is a need to colonize Mars, growing vegetables will help to maintain a healthy diet adapted to the human metabolism. In this context, the experiment aimed to explore possibilities to enable an effective planting of radishes in simulated martian soil, as a means to compare the productivity of different levels of soil improvement. For this project, eight pots were divided in half in order to redo the experiment. The first level was the control variable with normal soil, the second, a simulated soil from Mars and the two other vases were composed 50% of earth soil and the other half with chemical components characteristic of the red planet, which were proportionally added. In these two, natural fertilizers and organic matter residues were added. However, red and blue lights were used in the last one to improve plant germination and growth. The results proved that normal soil is essential for effective planting. Thus, the second vessel did not obtain positive results. Unlike this one, the third and fourth pots resulted in good radish growth, as the roots and leaves are in a healthy condition. Nevertheless, the last level generated larger plants in greater quantity and in less time, fortifying the idea that the lights are crucial for a better performance. In conclusion, the study demonstrated that through improvements it is possible to plant radishes in simulated Martian soil.

Keywords: martian soil; radish; simulation; plantation; lights; modifications; earth.

Introdução

Na contemporaneidade, a exploração da possibilidade de habitação em outros corpos celestes vem sendo cada vez mais investigada em prol da superpopulação, visto que de acordo com a teoria de Thomas Robert Malthus, a população aumenta mais do que os meios para a sustentar (SOUZA, 2005). Em um curto período de tempo, a falta de locais apropriados e viáveis para a agricultura levará a um aumento nos níveis de desmatamento, afetando a fauna e a flora (ACSELRAD, 2004) e, consequentemente, para o aumento desenfreado do aquecimento global, como observado no gráfico da BBC, que demonstra a elevação da temperatura desde 1850 (Figura 1).

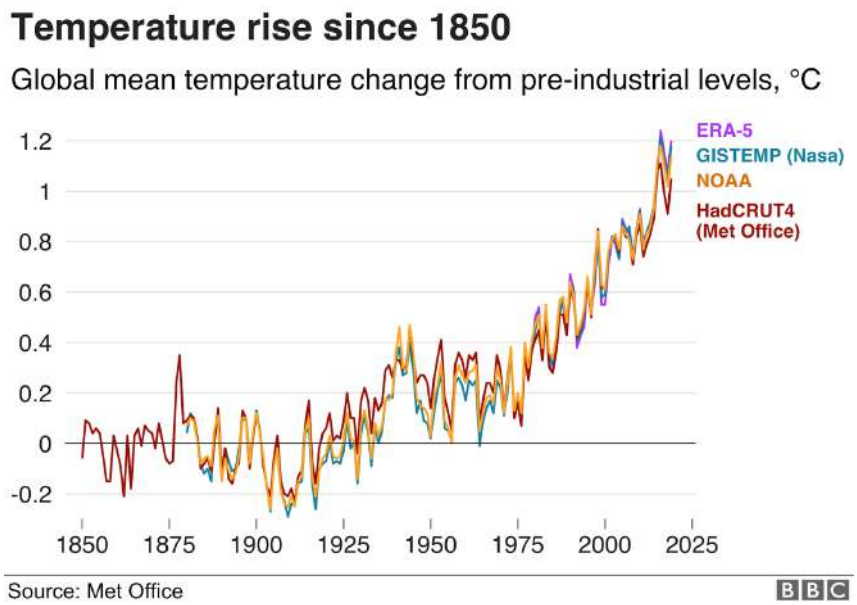


Figura 1 - Gráfico sobre o aumento do aquecimento global. Fontes: https://www.bbc.com/news/science-environment-51111176.

A ação antropogênica prejudica o ecossistema da Terra, justamente por ter consequências como o aumento da poluição, extinção das espécies e o derretimento das geleiras. Este, por exemplo, está ocorrendo 31% mais rápido do que acontecia há 15 anos atrás (PANCINI, 2021), o que ilustra os malefícios da intervenção humana na natureza e sua influência na deterioração ecológica. Um desses impactos foi o aumento de queimadas. No Brasil, por exemplo, o Cerrado teve 34.478 km² de sua área queimada em 2021 (BRONZE, 2021). Outra influência foi o aumento alarmante do nível dos oceanos, que continua a subir cerca de 3,1 milímetros (mm) por ano (BUIS, 2022). Assim, a habitação terrestre pode se tornar cada vez mais inacessível.

Os avanços tecnológicos na área da astrobiologia, da engenharia aeroespacial e alimentícia nos permitem começar a pensar que o que normalmente costumamos ver em filmes de ficção científica poderia um dia ser realidade. A Orion (*Figura 2*), uma espaçonave desenvolvida pela NASA, por exemplo, foi a tecnologia responsável por abrigar astronautas da NASA que visitaram o espaço em 2014 e está cotada para hospedar futuros astronautas em sua missão de chegar em Marte (MAGALHÃES, 2021). Outra tecnologia desenvolvida também pela NASA foi o escudo térmico inflável, desenvolvido pensando na aterrissagem das naves em outros corpos celestes. A função desse escudo é desacelerar a nave no momento da aterrissagem, impedindo que a velocidade e o calor extremo que ocorrem nesse momento danifiquem as naves (DAMADEO, 2021).

Figura 2 - Imagem ilustrando a espaçonave Orion. Fonte: https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Portugal/ESA_colabora_em_projeto_da_nave_Orion_da_NASA

Essas tecnologias, por mais avançadas que sejam, não suprem a necessidade vital do ser humano que é a alimentação (VIGGIANO, 1995). Por isso, um ponto de partida para a sobrevivência humana em Marte será a pesquisa e o estudo aprofundado de técnicas de cultivo de alimentos em grande escala, para que problemas como os que desencadearão o êxodo da população terrestre não ocorram novamente em Marte.

Diante de todas as diferentes condições na qual o homem poderá ser exposto caso um dia possa residir em Marte, torna-se necessária a alimentação regrada, saudável e adaptada para o metabolismo humano. A alimentação inadequada é mais prejudicial para o organismo do que o uso do tabaco, álcool e falta de atividade física (MUÑOZ, 2020). Então, é notório que com um padrão de alimentação saudável estabelecido, o risco de exposição a doenças diminui demasiadamente (BORTOLINI, 2021). Com isso, os benefícios não estão associados só com a saúde mental, mas também com a redução do cansaço, ansiedade e melhora na qualidade do sono; mas também a saúde física é aprimorada, visto que um cardápio bem equilibrado é fundamental para dar disposição em cada atividade física e para o bom funcionamento do sistema imunológico e digestivo (TORRES, 2019). Além disso, uma rotina de alimentação é imprescindível para a redução do consumo desenfreado de alimentos que leva a uma prevenção sadia do organismo (NALON, 2017).

Tendo em vista a possibilidade de ocupação humana em solo marciano, torna-se extremamente relevante a simulação de plantação de vegetais nas quais serão representadas as condições marcianas: atmosfera, presença de água e solo.

No entanto para a sobrevivência humana e a habitação em outros planetas, é preciso detectar primeiramente a água líquida (DIEZ, 2018). A maior parte da água na superfície de Marte está em locais polares (Figura 3) e, infelizmente, em estado sólido, sendo muito similar às regiões de gelo permanente da Terra, que por causa das baixas temperaturas constantes, o gelo persiste permanentemente sob o solo seco (MALAKHOV, 2021). O Ingenuity, helicóptero criado pela NASA, realizou seu quinto voo em Marte e encontrou água um metro abaixo da superfície. É possível a dedução da quantidade de água no solo com a observação da quantidade de nêutrons emitidos (MALAKHOV, 2021); já que quanto menos nêutrons residem no solo, maior a presença de água nele.

Figura 3 - Imagem ilustrando uma cratera a qual se localiza perto do polo norte marciano | Fonte: brasil.elpais.com

As condições de temperatura em Marte também podem ser um fator limitante em uma possível residência nesse planeta. Anualmente, a temperatura média é de -55ºC, chegando a temperaturas máximas de 27 ºC e mínimas de -133ºC; uma temperatura muito menor do que um ser humano pode resistir (ABDO, 2017).

A atmosfera de Marte é constituída principalmente pelos gases azotó (menos de 3%), dióxido de carbono (95%) e árgon (cerca de 2%) e possui um campo magnético extremamente fraco, equivalente a 2% da Terra. Já a atmosfera terrestre é constituída principalmente pelos gases nitrogênio (78,1%) e oxigênio (20,9%) (Figura 4). Consequentemente, a atmosfera marciana é pouco densa, pois perde o gás a todo momento, mas ainda permite que ocorram levantamentos de areia que afetam o planeta (EZABELLA, 2015). Sendo assim, estudos que buscam entender as possibilidades de habitação desse planeta devem levar em consideração simulações que tentem reproduzir essas circunstâncias de Marte.

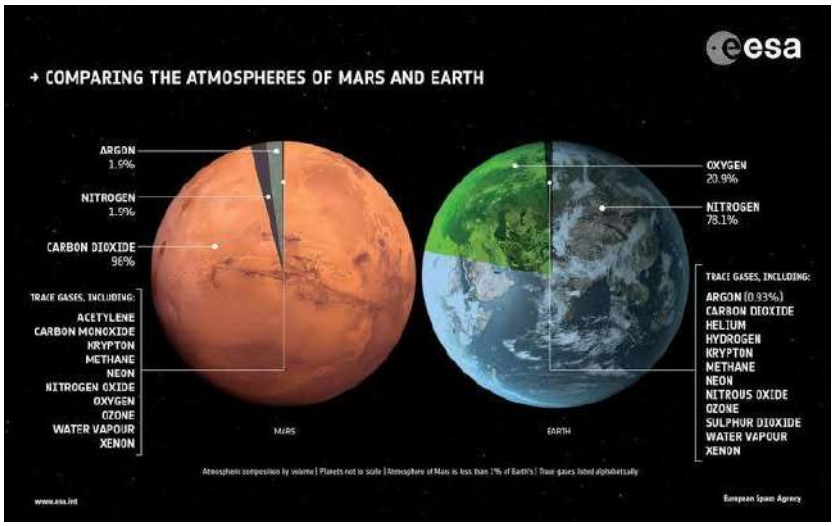


Figura 4 - Comparação de composições químicas presentes nas atmosferas da Terra e de Marte.
Fonte: https://canaltech.com.br/espaco/sonda-da-esa-encontra-vestigios-de-gases-na-atmosfera-de-marte-jamais-vistos-168854/

O solo marciano é composto principalmente de silício e ferro, com uma porcentagem pequena de oxigênio, apresentando também uma quantidade quase inexistente de nitrogênio, que tem a finalidade de nutrir as plantas, favorecendo o seu rápido crescimento, além de participar na biossíntese de proteínas e clorofila, um papel fundamental em relação ao metabolismo vegetal (MARTINELLI, 2016). O pH do solo marciano é 7,7; quando comparado com o solo ideal para o plantio, que deve ser

de 5,5 a 5,8, é muito básico. A superfície marciana ainda é inóspita e a aridez é uma característica particular dela (Figura 5).

Figura 5 - Imagem que demonstra a aridez da superfície de Marte. | Foto: NASA/JPL/Universidad de Cornell

A matéria orgânica é mais um elemento essencial para o desenvolvimento e florescimento das plantas, e não existe em abundância no solo de Marte, dificultando o processo de crescimento. Portanto, é fundamental a adição de fertilizantes como: NPK, lixo orgânico, restos de alimentos, folhas, e cascas de ovo, para aumentar o nitrogênio e criar matéria orgânica, além de reduzir o pH. Ademais, o uso de minhocas é benéfico para a oxigenação do solo e aumenta também os nutrientes, mas estes animais só sobrevivem no solo onde existe matéria orgânica. As minhocas consomem a matéria orgânica da superfície do solo e quando defecam quebram as bactérias. Assim, com a ausência destes animais, há uma redução de nutrientes no solo (WAMELINK, 2017).

A luz é fundamental para o crescimento e desenvolvimento das plantas, interferindo nos processos fisiológicos e morfológicos, como desenvolvimento das folhas, germinação, e qualidade dos frutos. As lâmpadas com diodos emissores de luz, popularmente denominadas luzes LED, permitem o uso controlado de comprimentos de ondas específicos e de intensidade luminosa, adequados para o cultivo de diferentes hortaliças (COSTA, 2021). A luz azul varia de 430 a 500 nm e auxilia no crescimento dos vegetais, pois o processo fotossintético é mais eficiente quando a faixa de comprimento de onda está neste nível. É importante ressaltar que essa iluminação é necessária basicamente para as fases iniciais do cultivo. Em conjunto com essa luminosidade, a luz vermelha (620-700 nm) estimula o crescimento

e o florescimento vegetal e, portanto, ambas as luminescências são mais eficientes para as plantas realizarem fotossíntese (JUNIOR, 2018).

Sendo assim, pensando na hipótese de que algum dia a habitação e a vida em Marte serão possíveis para os seres humanos, a produção de alimentos nas condições de solo e atmosfera marciana será fundamental. Dentro desse contexto, esse trabalho busca responder a seguinte pergunta de pesquisa: é possível a simulação de plantações de rabanetes com base nas condições do solo marciano?

Objetivos

Objetivo geral:

Comparar a plantação de vegetais em um solo simulado de Marte com o solo terrestre.

Objetivos específicos:

- Estudar a composição do solo de Marte e da Terra;
- Comparar os dois tipos de solo;
- Simular uma adaptação do solo marciano para viabilizar a plantação, utilizando cascas de ovos, fertilizantes naturais e luz vermelha e azul;
- Investigar a viabilidade do plantio no solo adaptado;
- Verificar o tempo de germinação e crescimento do vegetal nos dois solos.

Materiais e Método

Materiais:

Os materiais utilizados para o desenvolvimento do trabalho foram:

- Pote 20x20x15cm;
- Fertilizante orgânico;
- Restos de alimentos (casca de ovo);
- Minhoca;
- Sementes de rabanete;
- Terra 2kg;
- Silício;
- Ferro;
- Medidor de pH;

- Água;
- Lâmpada azul:
- Lâmpada vermelha;
- Areia.

Métodos:

O projeto consiste na plantação no solo simulado de Marte e por isso foram necessários oito vasos de tamanho 20x20x15 centímetros, já que cada nível teve 2 tentativas. Além disso, foram utilizados um saco de aproximadamente 2 kg de terra, água e sementes de rabanete.

Neste experimento, quatro vasos foram utilizados por tentativa; sendo o primeiro o controle, o segundo uma simulação do solo vermelho, o terceiro uma simulação do solo de Marte, com fertilizante natural e casca de ovo e banana e o último uma simulação do solo do planeta vermelho melhorado com fertilizante orgânico, casca de ovo e banana, além de luzes vermelha e azul.

Considerando como a variável constante do projeto a terra em que as plantas seriam plantadas, assim como o vaso um pote com terra não modificada (cerca de 1.600 kg de terra), ou seja, um pote sem alterações foi utilizado para comparar com o desenvolvimento das plantações no solo de Marte simulado. Este, assim como os outros vasos, foi regado constantemente com 200 mL. Foi usado, também, o medidor de pH para auxiliar na observação da acidez do solo do projeto. Todos os vasos foram regados pela mesma pessoa, com a mesma quantidade de água, além de submetidos à mesma temperatura ambiente, por volta de 23 graus celsius e umidade do ar, cerca de 76%.

No segundo vaso foi feita uma simulação do solo marciano. Assim, elementos químicos típicos do solo vermelho, óxido de ferro (54,4 gramas), óxido de magnésio (113,6 gramas), óxido de cálcio (116,8 gramas), cloreto de sódio (43,2 gramas), cloreto de potássio (19,2 gramas), óxido de alumínio (145,6 gramas) e areia (824 gramas), foram adicionados.

No terceiro vaso, metade da sua composição era de terra normal (800 gramas) e a outra metade consistia em óxido de ferro (27,2 gramas), óxido de magnésio (56,8 gramas), óxido de cálcio (58,4 gramas), cloreto de sódio (21,6 gramas), cloreto de potássio (9,6 gramas), óxido de alumínio (72,8 gramas) e areia (412 gramas).

No quarto vaso, foi colocada terra normal (800 gramas) e a outra metade baseava-se em óxido de ferro (27,2 gramas), óxido de magnésio (56,8 gramas), óxido de cálcio (58,4 gramas), cloreto de sódio (21,6 gramas), cloreto de potássio (9,6 gramas), óxido de alumínio (72,8 gramas) e areia (412 gramas). Além disso, modificações com fertilizantes naturais, restos de matéria orgânica foram realizadas buscando garantir o plantio sadio do rabanete. Tendo em vista que a cor azul varia entre 400 e 500 nanômetros e é responsável pelo crescimento vegetativo saudável após a germinação e até a floração, esta foi utilizada primeiro no experimento como forma de favorecer a floração das plantas. Logo após o crescimento dos rabanetes, foi utilizada a luz vermelha (600-700 nm) que auxiliou no alongamento do talo.

Resultados e Discussão

Depois de aproximadamente 54 dias de plantio foi observado um crescimento sadio e acelerado dos rabanetes no vaso controle (vaso 1/ imagem 6) onde a terra não possui modificação alguma, visto que este apresenta raízes grandes e folhas verdes (aproximadamente quinze centímetros). Entretanto, no vaso cujo solo é simulado de Marte sem melhorias, ou seja, ausência de fertilizantes naturais, cascas de ovo, banana (vaso 2/ imagem 7), não ocorreu o crescimento dos rabanetes.

Figura 6- Imagem vaso 1

Figura 7- Imagem vaso 2 simulado de Marte

Já no vaso 3 (imagem 8) onde 50 por cento do solo é terra normal e 50% é solo simulado do planeta vermelho, com fertilizantes orgânicos e casa de ovo, a germinação do rabanete não ocorreu de forma tão saudável quanto a do controle, visto que este rabanete tem uma aparência amarelada e sua raiz não está tão grande, alta (aproximadamente 5 centímetros).

Figura 8 - Imagem do vaso 3

Finalmente, o último vaso (vaso 4/ imagem 9), que apresenta metade de seu solo com terra normal e a outra metade com terra simulada de Marte com melhorias como casca de ovo, fertilizante orgânico e luz vermelha e azul apresentou um bom crescimento (cerca de 8 centímetros), melhor que no vaso dois e três, fortalecendo a

hipótese de que é possível realizar um plantio no solo simulado e melhorado de Marte, como previsto. Porém, será necessário tempo demasiado para a germinação dos alimentos.

Figura 9 - Imagem vaso 4

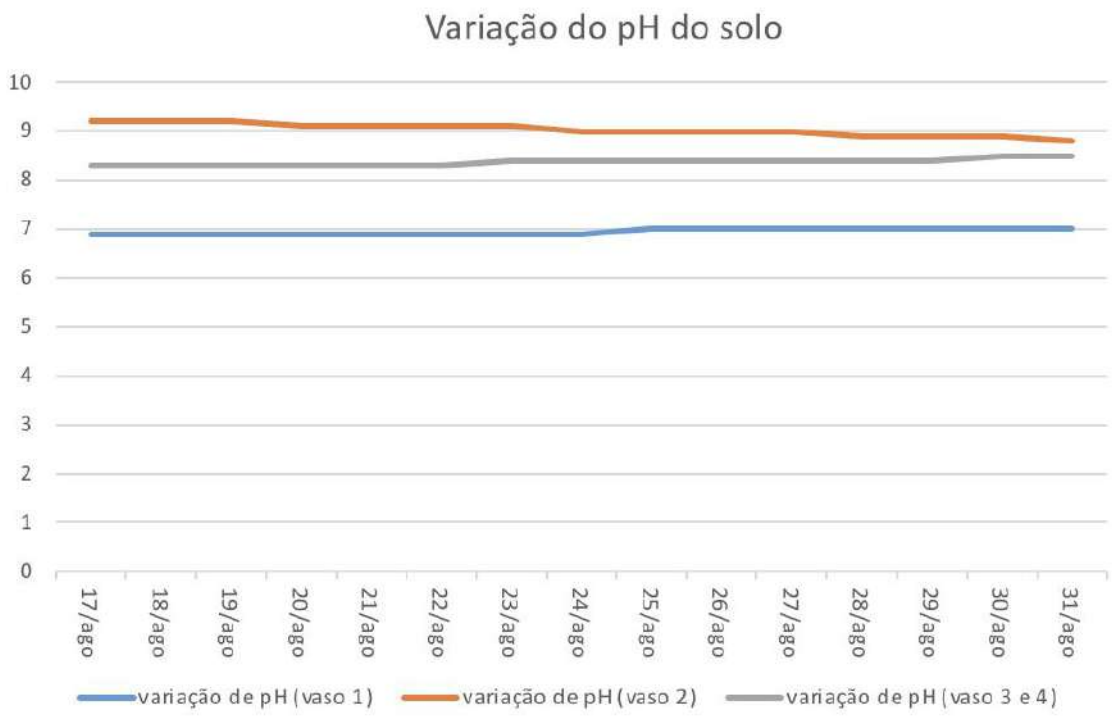


Figura 10 - Variação de pH entre os quatro vasos ao longo do mês de agosto.

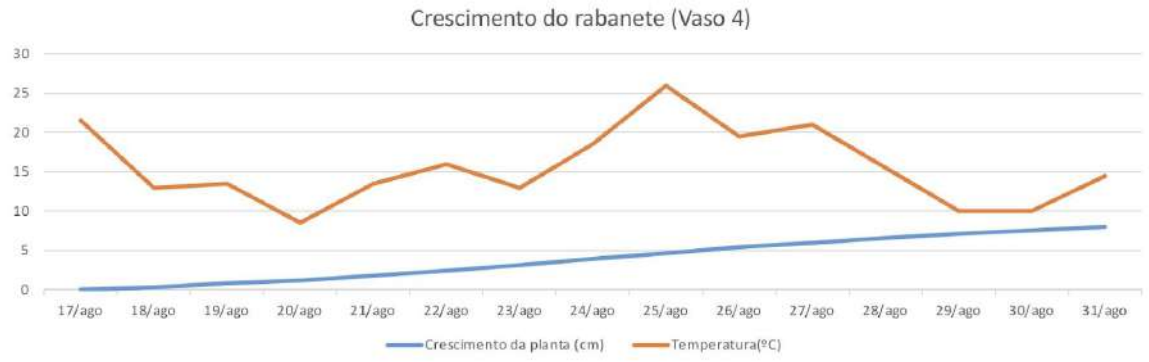


Figura 11 - Variação do crescimento dos rabanetes entre os quatro vasos ao longo do mês de agosto.

Conclusão

Podemos concluir que não há germinação do rabanete no solo simulado de Marte. Já no solo de Terra, o rabanete germinou e se desenvolveu quando houve a presença de compostos orgânicos, fertilizante e incidência de luz vermelha e azul.

Logo, é notório que tanto a terra quanto os restos de compostos orgânicos (cascas de ovo e banana) e fertilizantes naturais foram fatores decisivos para a germinação do rabanete, já que no vaso em que não havia nenhuma dessas modificações, ou seja, no solo cem por cento simulado de Marte, o rabanete não cresceu. Contudo, torna-se relevante ressaltar que as luzes vermelha e azul auxiliaram exponencialmente o crescimento da planta, visto que as plantas apresentam fotorreceptores que percebem os tipos de luz distintos, sua qualidade e intensidade luminosa, e com isso elas ajustam o seu crescimento e outros processos fisiológicos (MARTINS, 2021). Resumindo, a germinação de rabanetes pode ocorrer em solo simulado de Marte, desde que sejam realizadas determinadas alterações.

Referências

- PANCINI, L. **Geleiras estão derretendo mais rápido do que nunca, mostram satélites.** Disponível em: <https://exame.com/ciencia/geleiras-estao-derretendo-mais-rapido-do-que-nunca-mostram-satelites/>. Acesso em: 19/04/2022.

- BORTOLINI, G. **Alimentação saudável é aliada na prevenção da obesidade e doenças crônicas.** Disponível em : <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2020/outubro/alimentacao-saudavel-e-aliada-na-prevencao-da-obesidade-e-doencas-cronicas>. Acesso em: 20/03/2022.
- VEIGA, E. **Cientistas encontram água líquida em Marte, descoberta que pode transformar a busca por vida**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-44946892.amp>. Acesso em: 24/03/2022.
- MALAKHOV, A. **Sonda ExoMars encontra reservatório de água escondido sob cânions de Marte.** Disponível em : <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2021/12/sonda-exomars-encontra-reservatorio-de-agua-escondido-sob-canions-de-marte.html>. Acesso em 25/03/2022.
- WAMELINK, W. **Minhocas poderiam se reproduzir no solo de Marte.** Disponível em: <https://www.google.com/amp/s/www.nationalgeographicbrasil.com/espaco/2017/11/minhocas-poderiam-se-reproduzir-no-solo-de-marte/amp>. Acesso em: 21/03/2022.
- ACSELRAD, H. **Conflitos ambientais no Brasil.** Disponível em:<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=TIUEEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=info:Yb6vLjxZ0skJ:scholar.google.com/&ots=Goel140VNM&sig=YUBVIGMuSS3zAKYsXmnkWmYFkco#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 19/04/2022.
- SOUZA, D. **A atualidade dos conceitos de superpopulação relativa, exército industrial de reserva e massa marginal**. Disponível em:<https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cemarx/article/view/10802/6064>. Acesso em: 19/04/2022.
- BUIS, A. **Não consegue 'ver' o aumento do nível do mar? Você está procurando no lugar errado.** Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2020/05/25/nao-consegue-ver-o-aumento-do-nivel-do-mar-voce-esta-procurando-no-lugar-errado/>. Acesso em: 20/04/2022.

- MAGALHÃES, A. **A nave espacial Orion da NASA está pronta para sua missão à Lua.** Disponível em: <https://www.aeroflap.com.br/a-nave-espacial-orion-da-nasa-esta-pronta-para-sua-missao-a-lua/>. Acesso em: 20/04/2022.
- VIGGIANO,C. **Alimentação Equilibrada: princípios básicos (oficinas de nutrição).** Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentacao_saudavel.pdf>. Acesso em: 18/05/2022.
- MASCARENHAS, K. **Saiba como a qualidade da luz interfere no crescimento das plantas.** Disponível em: <https://ufla.br/noticias/pesquisa/12663-saiba-como-como-a-qualidade-da-luz-interfere-no-crescimento-das-plantas>. Acesso em: 29/08/2022.
- GROHO, P. **Qual é a melhor luz artificial para plantas?.** Disponível em: <https://www.groho.pt/post/influencia-do-espectro-da-luz>. Acesso em: 30/08/2022.
- COSTA, S. **Iluminação em ambiente protegido e indoor.** Disponível em: <https://revistacampo negocios.com.br/iluminacao-em-ambiente-protegido-e-indoor/>. Acesso em: 31/08/2022.
- JUNIOR, E. **Para a Fotossíntese, luz não é qualquer luz.** Disponível em:<http://aquabase.com.br/wordpress/para-fotossintese-luz-nao-e-qualquer-luz/>. Acesso em: 31/08/2022.
- MUÑOZ, P. **Influência do consumo de tabaco e álcool, de hábitos alimentares e atividade física em estudantes de enfermagem.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/yN8b4wVqSnnLC8DzcdN8bxc/?lang=pt&format=pdf> . Acesso em: 21/09/2022.
- TORRES, M. **Alimentação, digestão e nutrição: problematização e contextualização para uma aprendizagem investigativa.** Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/30778> . Acesso em: 21/09/2022.

Barras Nutritivas como forma de alimento em uma possível colonização em Marte.

André Ohara, Bruna Motta, Caio Porto, João Lima e João Wanna

Professor(a) orientador(a): Fernanda Lorena e Lilian Siqueira

Colégio Bandeirantes

Resumo

Um dos maiores desafios para colonizar Marte é fornecer refeições nutritivas para os primeiros viajantes. Nosso objetivo com este projeto foi desenvolver uma maneira de nutrir totalmente os primeiros viajantes com todos os nutrientes essenciais para suas refeições nos estágios iniciais da colonização de Marte, para que não haja necessidade de desenvolver rapidamente um método de cultivo lá. Desenvolvemos uma barra de cereal doce e uma salgada com 3 amostras cada. Considerando a barra doce, os dois primeiros itens analisados foram sabor e consistência e, no primeiro ensaio, constatamos que ela não tinha sabor adequado nem consistência adequada devido à banana. Na segunda tentativa a banana foi removida e tanto o sabor quanto a consistência melhoraram substancialmente. Os testes bioquímicos foram realizados em 4 amostras diferentes. Medimos as proporções de proteínas e carboidratos e amostra no. 1 teve os melhores resultados para o propósito do projeto. A barra salgada apresentou resultados insatisfatórios tanto em termos de sabor quanto de consistência e ficou de fora. Em conclusão, a amostra n. 1 da barra doce mostrou os melhores resultados e pode ser usado como refeições em Marte.

Palavras-chave: refeições nutricionais; marte; barras de cereal; sabor; consistência.

Abstract

One of the biggest challenges to colonize Mars is to provide nutritious meals for the first travelers. Our objective with this project was to develop a way of fully nurturing the first travelers with all the essential nutrients for their meals in the early stages of Mars

colonization so that there is no need to quickly develop a growing method there. We developed a sweet cereal bar and a salty one with 3 samples each. Considering the sweet bar, the first two items we analyzed were taste and consistency and in the first trial, we found that it had neither suitable taste nor adequate consistency due to the banana. In the second trial the banana was removed and both the taste and the consistency improved substantially. The biochemical tests were performed in 4 different samples. We measured the proportions of proteins and carbohydrates and sample no. 1 had the best results for the purpose of the project. The salty bar presented unsatisfactory results both in terms of taste and consistency and was left out. In conclusion, sample no. 1 of the sweet bar showed the best results and is able to be used as meals on Mars.

Keywords: nutritious meals; mars; cereal bars; taste; consistency.

Introdução

Um dos principais problemas que podem ser encontrados no processo de uma possível mudança da Terra para Marte, principalmente no início da colonização, é a disponibilidade de alimentos. O ideal para essa possível mudança seria o estabelecimento de plantações no planeta, porém, em um estágio de colonização seria praticamente impossível estabelecer um tipo de plantação funcional uma vez que a radiação presente em Marte pode ter um efeito negativo sobre o crescimento das plantas, como mostrou o trabalho de Wamelink (2021). Estudos realizados na Universidade de Delf e na Universidade de Wageningen mostraram que a radiação cósmica presente na superfície marciana impossibilitaria o crescimento das plantas. Além disso, para que um sistema sustentável de produção de alimentos fosse implantado de forma eficiente em Marte, seria necessária muita pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias (WAMELINK, 2021).

Wamelink (2021) ainda discute em seu trabalho o efeito negativo da radiação presente em Marte nos humanos, ressaltando a importância dos abrigos e plantações subterrâneas. Uma possível solução seria o cultivo de plantas abaixo do solo, em uma cúpula onde a maior parte da radiação não pode penetrar para que os humanos também sejam protegidos. Tendo em vista esse contexto, é necessário pensar em uma alternativa de alimento viável, sustentável, e que nos forneça calorias suficientes

para esse estágio inicial de colonização. Com isso em mente, o desenvolvimento de uma barrinha nutritiva capaz de substituir uma refeição humana poderia ser uma alternativa. Para isso são necessárias diversas pesquisas principalmente sobre os componentes essenciais da alimentação humana e como podemos sintetizá-los em um só alimento para que possamos substituir refeições.

Uma ração humana já foi desenvolvida com o intuito de enriquecer refeições e promover uma alimentação mais saudável, mas não substituir. Ela pode ser vendida com a indicação de substituir uma ou mais refeições. Em 2011, a ANVISA passou a não recomendar a sua utilização, uma vez que a ração humana não continha todos os nutrientes necessários para substituir uma refeição, além de não existir um estudo científico que comprove a sua eficiência (BRAGA, MENDONÇA, 2010).

O projeto da barra nutritiva se pauta na possibilidade de desenvolver uma barra que seria capaz de sustentar um numero de pessoas suficientes para a colonização de Marte. O projeto poderia viabilizar as chances de uma possível vida em Marte, sem precisar desenvolver um método de plantação no planeta vermelho. Essas barras nutritivas poderiam substituir as refeições diárias, (café da manhã, almoço, café da tarde, jantar e ceia) mantendo a saúde da população, pois elas teriam a quantidade necessária de carboidratos, proteínas, lipídios e vitaminas para manter um ser humano vivo.

Diferentemente do projeto idealizado pelo grupo, que tem como objetivo substituir completamente qualquer tipo de refeição e suprir todas as necessidades nutricionais do organismo, a ração humana já inventada anteriormente, tinha como objetivo apenas auxiliar na alimentação como um alimento adicional e não necessário. Ela era constituída por vários alimentos ricos em nutrientes, como aveia, açúcar mascavo, cacau em pó, fibra de trigo, soja em pó, gergelim, guaraná entre outros, que resultam em diversos benefícios: melhor funcionamento do intestino, proteção da saúde cardíaca e para as mulheres, um controle dos sintomas da menopausa (MARTINELLI, 2010).

Tendo esse contexto em vista, o projeto busca responder a seguinte pergunta de pesquisa: É possível desenvolver barras nutritivas como forma de alimento em uma possível colonização em Marte?.

Objetivos

Objetivos Gerais

O objetivo do projeto é desenvolver uma barrinha capaz de substituir uma refeição humana completa, e que ocupe pouco espaço para que seja facilmente transportada para Marte, para que em um estágio inicial de uma possível colonização tenhamos alimento sustentável sem esforço

Objetivos Específicos

1. Testar diferentes combinações de ingredientes que poderiam compor as barrinhas, pensando nas quantidades de açúcares, proteínas e gorduras necessárias e na quantidade calórica para um ser humano.
2. Testar as combinações de barrinhas, visando a consistência e o sabor
3. Fazer testes bioquímicos em relação as barrinhas, que medem as quantidades de proteínas, carboidratos e lipídios

Materiais e Método

A seguir estão listados os diferentes alimentos utilizados para as três combinações diferentes da barrinha nutritiva e também os materiais usados para testar sua composição bioquímica, consistência e também os testes bioquímicos que foram realizados em cada uma delas.

Etapa I: Desenvolvimento das barrinhas

1a barrinha: Mistura de pasta de amendoim, whey protein, mel e aveia no mixer e posteriormente moldada com a mão em formato retangular. Uma tentativa foi cozida.

2a barrinha: Mistura de farinha polvilho, castanha-do-pará, amêndoa, e semente de chia no mixer, e posteriormente moldada com a mão em formato retangular.

Etapa II: Teste de sabor e consistência

Foram feitas incialmente 3 barrinhas de cada uma das variações, assim, uma de cada foi utilizada para os testes de sabor, outras duas, foram utilizadas para os

testes uma barrinha de cada variação, foi testada a consistência de ambas, e as últimas duas foram usadas para fazer os testes bioquímicos.

Para testar o sabor o grupo pediu para colegas experimentarem um pedaço de cada variação, afim de receber uma avaliação do sabor, se não tinha sabor desagradável e se é possível mantê-las como forma de alimentação única durante um período alongado de tempo

Para testar consistência, foi avaliado se a barrinha conseguiu manter sua forma, se não estava quebradiça ou muito mole para manusear e se ela estava rígida o suficiente para que possa ser embalada e transportada, basicamente foi avaliada a capacidade de manusear e transportar a barrinha.

Etapa: Testes Bioquímicos

Nessa etapa foram quantificadas as proteínas e carboidratos presentes nas últimas variações das 3 barrinhas feitas usando testes bioquímicos. Foi usado o teste com biureto (reação entre Cu2+ e proteínas ou peptídeos com dois ou mais aminoácidos), para verificar a quantidade de proteína presente na barrinha.

Resultados e Discussão

O teste da primeira opção da barrinha feito no dia 08/06/2022, a consistência ficou muito mole assim não dava para manter um formato consistente de barrinha. O sabor também não ficou agradável, tinha gosto de banana estragada, impossibilitando o consumo constante em uma possível colonização em Marte. Outros parâmetros que também não foram satisfatórios foram a aparência, não tinha aparência de uma barrinha pois estava liquida, e o cheiro estava semelhante ao de alimentos fora da validade. Foi um experimento que não teve um resultado muito agradável, o que desejávamos da barrinha, consistência e gosto, não foi atingido, isto é, porque os ingredientes utilizados não eram os ingredientes listados, o whey em pó que era para ser usado foi trocado por um liquido proteico misturada com leite, que foi o possível responsável pela consistência mole e pastosa e também a banana que foi usado foi a responsável pelo cheiro desagradável da barrinha. Foram descartadas as medidas dos ingredientes usadas neste teste, e também a banana como ingrediente principal uma vez que ela foi parcialmente responsável pela falha do teste.

Figura 1. Ingredientes da primeira tentativa no mixer.

Figura 2. Final do primeiro teste da barrinha doce.

Foram feitas outras duas tentativas da mesma variação da barrinha. Na primeira tentativa do dia já não foi usada a banana e nem o whey misturado com leite, nesta foi inserido na mistura uma barrinha de proteína já existente da marca Integral Medica sabor pasta de amendoim, gosto similar ao do amendoim que usamos na receita. A mistura pronta ficou com uma consistência mais agradável pois foi possível, neste teste, manter a mistura em um formato de barrinha, retangular, assim possibilitando o possível transporte dela. O sabor desta tentativa ficou comestível, uma vez que tinha um gosto similar ao de uma paçoca, ou um doce de amendoim, um gosto que poderia ser consumido mais de uma vez sem problema. O único problema encontrado neste teste foi que, para as pessoas que demos um pedaço para experimentar o sabor, disseram que o gosto de mel estava muito forte, assim tornando-a muito doce e um tanto enjoativa ao paladar, pois grandes quantidades de consumo desta barrinha não seria ideal para um organismo devido as grandes quantidades de mel.

Na segunda tentativa do dia foi ajustada a quantidade de cada ingrediente, foi adicionado consequentemente menos mel afim de melhorar o gosto doce e enjoativo do mel, tornando-a um pouco menos doce. No final alcançamos um gosto melhor, o

doce do mel estava menos presente o que a tornou melhor para o consumo, de resto as duas tentativas do dia ficaram muito semelhantes, em consistência e aparência.

Figura 3. Produção da pasta de amendoim

Figura 4. ingredientes da barrinha no mixer

Figura 5. duas tentativas da barrinha feitas nos dia 10/06.

Após a confecção das barrinhas foram realizados os testes bioquímicos, e os resultados estão representados na tabela.

	Teste de lugol	Teste de biureto	Teste de bendict
Amostra 1 2ª tentativa da barrinha com mais mel	Escureceu levemente	Escureceu muito/ tanto quanto a amostra 4	Não conseguimos realizar
Amostra 2 3ª tentativa da barrinha, mesma receita da primeira com menos mel	Escureceu mais que amostra 1	Escureceu pouco porém mais que a amostra 3	Não conseguimos realizar
Amostra 3 4ª tentativa da barrinha não cozida	Amostra que menos escureceu	Escureceu pouco	Não conseguimos realizar
Amostra 4 5ª tentativa da barrinha, receita similar a 4ª, mais farinha e cozida	Escureceu muito/ A que mais escureceu	Escureceu muito/ A que mais escureceu	Não conseguimos realizar
Controle	Escureceu muito	Não conseguimos realizar	Não conseguimos realizar

Com os dados da tabela acima podemos concluir que, em relação a quantidade de carboidratos, com o teste de Lugol foi possivel notar que, a amostra 3 e a 1 foram as que menos escureceram e, portanto, apresentam menos carboidratos, já as amostras 2 e 4, tiveram grande mudança na coloração, que mostra um alto nível de Lugol. Já em relação a proteína, os resultados do teste de Biureto mostraram que as mais proteicas seriam a 1 e 4, seguidas pela 2 e a que teve pouca mudança na coloração foi a terceira. Infelizmente o teste de Benedict não pode ser concluído, e, portanto, não foram coletados os dados em relação aos níveis de açúcar. A barrinha que atendeu as expectativas foi a amostra 1, que demonstrou uma maior quantidade de proteína e carboidratos.

As imagens abaixo representam os tubos de ensaio com uma amostra de cada barrinha testada e os compostos químicos utilizados para cada teste bioquímico

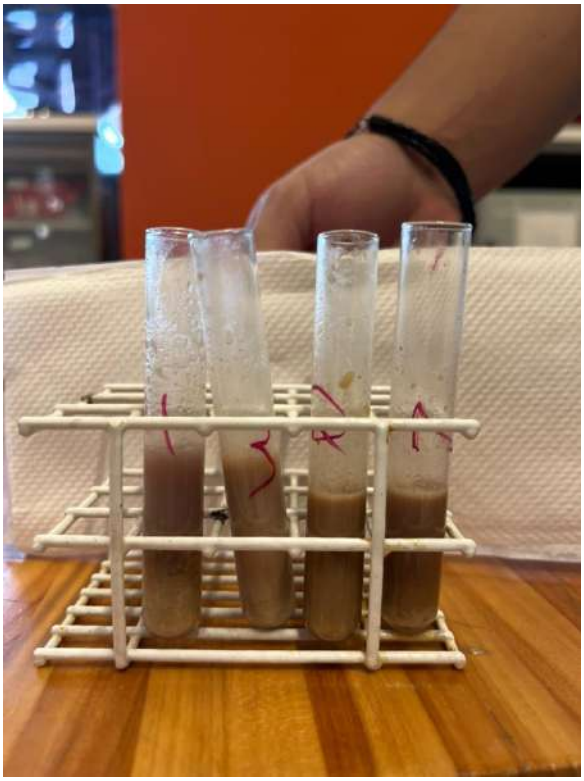


Figura 6. Teste de Biureto com cada amostra das barrinhas.

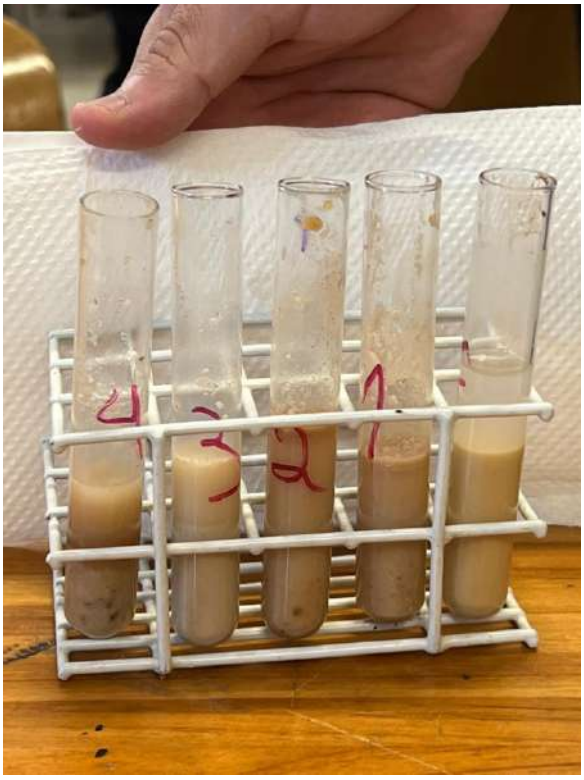


Figura 7. Teste de Lugol com cada amostra das barrinhas.

Figura 8. Aquecimento do açúcar mais o Benedict.

Conclusão

Os próximos passos são, controlar melhor as quantidades de proteína, gordura e carboidrato presentes na barrinha, trocar a barrinha proteica pronta usada nos dois últimos experimentos por whey em pó, assim macronutrientes presentes na composição da barrinha não terão que ser levados em conta na hora de calcular a quantidade necessária de cada um deles na barrinha.

Referências

- WAMELINK, G. W. W., FRISSEL, J. Y., KRIJNEN, W. H. J., VERWOERT, M. R., and GOEDHART, P. W. (2014). Can Plants Grow on Mars and the Moon: A Growth Experiment on Mars and Moon Soil Simulants. *Plos One*, 9, e103138. doi:10.1371/journal.pone.0103138
- MARTINELLI, G. Ração Humana: vale à pena experimentar? Revista Marie Claire. São Paulo, jan. 2010. Disponível em: https://revistamarieclaire.globo.com/Revista/Common/0,,EMI110568-17636,00-RACAO+HUMANA+VALE+A+PENA+EXPERIMENTAR.html RACAO+HUMANA+VALE+A+PENA+EXPEREXPEEXP.html Acesso em: 16 mar. 2010
- BRAGA, E; MENDONÇA, L. DISCUSSÃO DO USO RACIONAL DA RAÇÃO HUMANA, COM ENFOQUE PARA SEUS PRINCIPAIS CONSTITUINTES: LINHAÇA E QUINOA. Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/revistapct/article/download/101/130

SOBREVIVÊNCIA

Seja lá, ou seja, aqui, existem condições mínimas de sobrevivência. Para aqueles que escolheram estudar a colonização de Marte, como obter oxigênio e água, como se proteger da intensa radiação UV? E para aqueles que ficarão na Terra, como implementar as condições de higiene e saúde, mínimas necessárias numa pandemia, por exemplo? Venha sobreviver nesta trilha cheia de vida!

A eficácia dos filtros solares na luz UV

Enzo Fortino De Souza, Luana Garcia, Luiza Carvalho Ferrareto e Mariana Castelan Fernandes

Professor(a) orientador(a): Lucianne Leigue dos Santos Aguiar, Maria Fernanda Moreira

Colégio Bandeirantes

Resumo

Este estudo tem um assunto muito válido, pois o uso de protetor solar está se tornando cada vez mais importante, principalmente devido à radiação solar que se intensifica cada vez mais. O objetivo do projeto é analisar a eficácia de diferentes marcas de protetor solar com o mesmo fator a fim de responder a hipótese do projeto. Se diferentes marcas de protetor solar com o mesmo fator apresentarem eficácia igual, então os fungos não sofrerão alterações morfológicas distintas. Para o procedimento do experimento foi preparado primeiramente o meio de cultura, ágar batata, e em seguida, os fungos foram desenvolvidos através do ágar que foi distribuído em placas de Petri. Por fim, os fungos foram expostos à luz negra por 6 e 10 horas e então analisados ao microscópio. Os resultados confirmam que a maioria dos fungos após a exposição à luz estavam mais espalhados e apresentavam diferentes formas e coloração. A principal conclusão que se pode tirar é que as diferentes marcas de protetor solar apresentam diferenças entre si. Portanto, durante 6 horas de exposição leve, o protetor B foi o mais eficaz e durante 10 horas, o protetor N apresentou maior proteção.

Palavras-chave: protetor solar; fungos; eficiência; marcas de protetores solares; radiação de luz.

Abstract

This study has a very valid subject, since the use of sunscreen is becoming more and more important, mainly due to solar radiation that is increasingly intensifying. The aim

of the project is analysing the effectiveness of different brands of sunscreen with the same factor in order to answer the hypothesis of the project. If different brands of sunscreen with the same factor present equal efficacies, then the fungi will not undergo any distinct morphological changes. For the procedure of the experiment was first prepared the culture medium, potato agar, and after that, fungi were developed through the agar that was distributed in petri dishes. Finally, the fungi were exposed to black light for 6 and 10 hours and then analyzed through a microscope. The results confirm that most fungi after exposure to light were more spread out and presented different shapes and coloration. The main conclusion that can be drawn is that the different brands of sunscreen do have differences between them. Therefore, during 6 hours of lightly exposure, protector B was the most effective and during 10 hours, protector N showed greater protection.

Keywords: sunscreen; fungi; efficiency; sunscreen brands; light radiation.

Introdução

Cada vez mais a incidência de radiação solar está se intensificando, já que muitas das ações humanas prejudicam o meio ambiente, fazendo com que o efeito estufa aumente e consequentemente que o buraco na camada de ozônio cresça . Uma vez que a camada de ozônio funciona como um “escudo solar natural”, filtrando os raios ultravioletas (UV) nocivos provenientes do Sol antes que possam atingir a superfície do planeta e causar danos aos seres humanos e a outras formas de vida, sua diminuição faz com que doenças de peles sejam muito mais frequentes. (FLORÊNCIO et al, 2015).

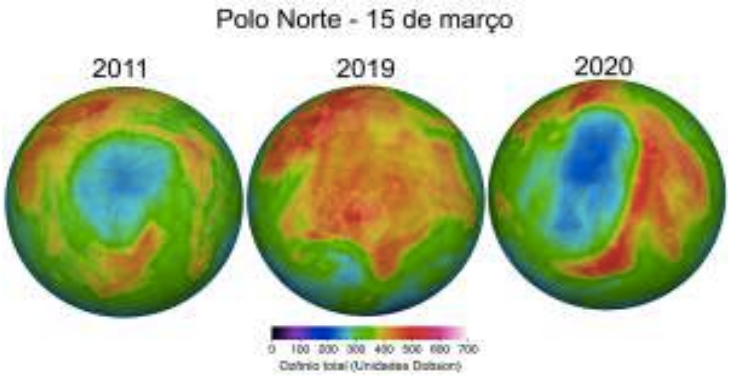


Figura 1- Evolução da camada de ozônio em 10 anos. (BOLZAN, 2021)

A radiação UVA é entre 90% e 95% da radiação ultravioleta que atinge a superfície terrestre. Essa radiação apresenta um aumento de intensidade durante o dia, mais especificamente entre 10 e 16 horas e devido a seu maior comprimento de onda consegue penetrar mais profundamente na pele, inclusive na sombra. A radiação UVA pode causar alterações dérmicas e epidérmicas, com consequente redução da elasticidade da pele, e danos no sistema vascular periférico (TEDESCO, et al. 1997; SEITÉ, 1998; FLOR; et al 2007). Além disso, pode causar fotoalergia, fotoenvelhecimento e estresse oxidativo indireto na estrutura das bases do DNA, podendo levar ao câncer de pele (KULLAVANIJAYA; LIM, 2005).

Apenas 5 a 10% dos raios UVB que chegam à estratosfera alcançam a superfície terrestre, isso porque a maior parte desta radiação é retida na camada de ozônio. (LOPES et al, 2012). A intensidade da radiação UVB varia no decorrer do ano, e é no verão o período dev maior incidência desses raios. Como possui menor comprimento de onda que a UVA, é mais afetada pela altitude ou condições atmosféricas, além de penetrar mais superficialmente na pele (KULLAVANIJAYA; LIM, 2005).

A radiação UVB ocasiona queimaduras solares. A exposição a esse raio ocasiona o desenvolvimento de eritema, edema, escurecimento do pigmento, espessamento da derme e epiderme e transformação do ergosterol em vitamina D. Além disso, pode causar o fotoenvelhecimento, imunossupressão, e queimaduras solares, que levam ao câncer de pele (LOPES et al).

A radiação é um dos fatores que causam o câncer de pele, sendo 25% dos câncer malignos são do tipo câncer de pele (GONZAGA et al, 2012). O câncer é uma doença que abrange mais de 100 diferentes tipos de doenças malignas, que se dá pelo crescimento desordenado de células, que invadem tecidos adjacentes ou órgãos a distância (INCA,2020). Se dividem rapidamente, tornando- se muito mais agressivas e incontroláveis, formando tumores, que podem se espalhar para outras regiões do corpo.

Os vários tipos de câncer correspondem a diversos tipos de câncer que correspondem a várias células do corpo. Quando começam em tecidos epiteliais, como pele ou mucosas, são denominadas carcinomas, já se começam em tecidos conjuntivos, como ossos, músculos, cartilagem e são conhecidos como sarcomas

(INCA,2020). Outra característica que diferencia os cânceres são a velocidade que as células se multiplicam, e a capacidade de invadir órgãos vizinhos.

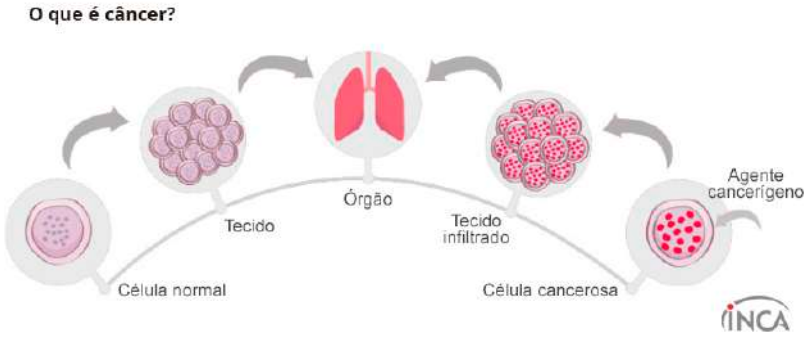


Figura 2- explicação de como o câncer chega aos órgãos (INCAS, 2020).

Já o câncer de pele mais comum no Brasil é o de melanoma, que tem origem nos melanócitos (onde é produzida a melanina do corpo), é mais frequente em adultos brancos. Os melanomas podem aparecer em qualquer parte do corpo, pele, mucosas na forma de manchas ou pintas (INCAS, 2021). Já em pessoas de pele negra, ele é comum em áreas claras, palmas das mãos, e planta dos pés.

Figura 3- feridas que podem aparecer no corpo devido ao câncer de pele (SÃO JOSÉ LABORATÓRIO MÉDICO,2022).

Estudos feitos pela Freitas (2009) demonstram que é imprescindível a necessidade de prevenção primária e secundária ao se expor as radiações solar, para previnir de um possível câncer de pele. As campanhas de prevenção de tumores de pele, por proporcionar um diagnóstico cedo, podem resultar na diminuição da mortalidade e aumento de pacientes curados.

Nas estratégias de prevenção primária, estão orientações quando a associação ao sol e câncer de pele, aplicação correta do protetor solar, chapéus e óculos de sol adequado (LO, 2010). Restringir o tempo de exposição ao sol e evitar fontes artificiais de radiação ultravioleta, como o bronzeamento artificial, são ações que ajudaram na prevenção ao câncer de pele. A prevenção secundária consiste no diagnóstico precoce e tratamento oportuno do câncer de pele (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA, 2006).

Os filtros solares foram criados no intuito de combater efeitos agudos e crônicos causados pela radiação solar. A fabricação dos fotoprotetores só aumentam de acordo com o tempo. Segundo definição do Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2020), os filtros solares são preparações de uso tópico que minimizam os efeitos deletérios causados pela radiação ultravioleta (FLOR *et al*). Fazendo com que pessoas não tenham preguiça de aplicar, assim um maior número de pessoas se protegem do câncer de pele, insolação, entre outras doenças.

Esses cremes de proteção funcionam de forma simples onde, além de absorver a radiação UV incidente, o produto com fins de proteção solar deve apresentar-se estável na pele, além de ser fotoestável sob luz solar para promover uma proteção mais duradoura, evitando que a pele entre em contato com produtos de degradação (RIBEIRO, 2004). O filtro solar não pode causar irritações, alergias, dores, sensação de ardência, ele precisa ser resistente à água, testado dermatologicamente, anti alérgico, para todos os tipos de pele.

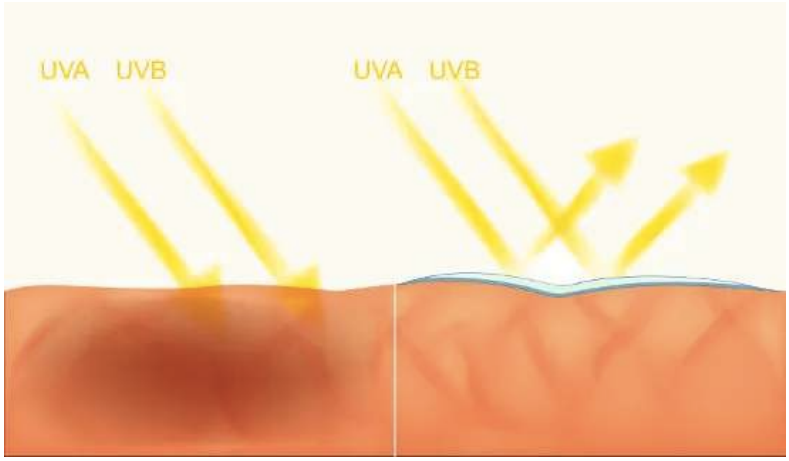


Figura 4- A figura mostra a diferença de duas peles, uma com protetor solar e a outra sem (JÚNIOR, s.d.).

Apesar de campanhas preventivas darem ênfase aos riscos da exposição ao sol, os dados da literatura demonstram que 50% dos adolescentes bronzeiam -se intencionalmente sem o uso de proteção adequada (COSTA; WEBER, 2004).

A justificativa dessa pesquisa realizada é informar e enfatizar sobre a proteção dos protetores e, através da exposição de fungos ao sol, observar o que o desuso pode causar na pele. Além disso tem o propósito de testar e validar diversas marcas fabricadoras desse produto com a intensão de ver se realmente o preço colocado e o que dizem ser sobre a sua qualidade são verdadeiros.

Dessa forma pôde-se dizer que os protetores solares tem grande importância na vida humana e serão cada vez mais necessários para a prevenção de problemas de saúde, devido ao aumento significativo na intensidade das radiações solares que viemos tendo nesse últimos anos. Além disso é evidente que há diversos tipos de filtros solares que visam nos satisfazer e previnir, além de vários outros problemas que a radiação UV pode causar, o câncer de pele, por isso fica-se o questionamento: Será que há alguma diferenças entre a eficácia dos protetores solares de diferentes marcas disponíveis no mercado do consumidor?

Objetivos

Entre os objetivos do trabalho está: testar a eficácia de diferentes marcas de protetores solares de mesmo fator, colocar filtros solares em placas microbiológicos com fungos, observar a condição morfológica dos fungos, analisar a condição dos fungos em um microscópio e verificar qual o melhor protetor solar.

Materiais e Método

Os materiais necessários para o projeto foram, 10 placas de Petri, para o meio de cultura, 5 batatas, 100 gramas de Dextrose, 20 gramas de Agar bacteriológico, 1 litro de água destilada, 0,1 gramas de sulfato de gentamicina, 1 pote de fungo (*Saccharomyces cerevisiae*), 1 autoclave, 1 Schott, 1 protetor solar B fator 30, 1 filtro solar L fator 30, 1 filtro solar N fator 30, 1 microscópio, 1 corante azul, 10 lâminas de vidro, 8 pares de luvas, 8 máscaras, 1 luz negra, 1 caixa de papelão.

Primeiramente foi produzido o Agar batata e para isso foi preciso cozinhar 5 batatas com casca em 0,5 litros de água destilada, depois de filtrado o líquido e foi

adicionado a ele a dextrose, o antibiótico e o Agar. Depois, foi necessário completar com a água destilada até 1 litro. Esse foi o momento de misturar manualmente em banho-maria até o Agar ser totalmente dissolvido. Após dissolvido, o conteúdo foi transferido para o Schott e colocado na autoclave durante 20 minutos. A seguir, o Agar batata foi despejado na placa de Petri, finalizando então o meio de cultura.

Nessa etapa, o *Saccharomyces cerevisiae* foi diluído em água destilada estéril e foram adicionadas gotas da solução ao meio de cultura e esperou-se o fungo se desenvolver.

Nessa segunda parte, a estrutura morfológica dos fungos foi analisada através de microscópios. Após isso, os protetores solares foram adicionados nas placas de petri, que foram expostas à luz negra dentro de uma caixa de papelão, durante 6 horas. Logo após isso, os fungos foram retirados da luz e analisados novamente para averiguar as possíveis transformações imediatas que a radiação solar pode ter causado. Esse processo foi repetido, mas agora durante 10 horas.

As análises, portanto, foram anotadas em forma de texto e através do uso de tabelas foram comparados os resultados obtidos.

Por fim, através das anotações realizadas, foi testada a hipótese do projeto: Se as diferentes marcas de filtros solares de mesmo fator apresentam eficácias iguais, então os fungos não sofrerão nenhuma alteração morfológica distinta.

De acordo com o texto acima, as constantes do experimento foram o tipo de fungos, a intensidade da luz e o meio de cultura. A variável dependente do experimento foi, a resposta dos fungos ás condições as quais foram expostos. A variável independente, por sua vez, foram as diferentes marcas de filtros solares e o tempo de exposição à luz. O projeto foi divido em 4 níveis, sendo o primeiro sem protetor. O segundo, o filtro solar de marca de menor custo benefício. O terceiro filtro solar da marca mais vendida. O quarto e último, o filtro solar de marca de maior custo benefício.

Figura 5- Storyboard do Experimento

Resultados e Discussão

O primeiro processo foi a produção do Agar batata, que mesmo com a dificuldade em calcular as quantidades exatas dos materiais para sua realização, teve um ótimo resultado, sua consistência ficou no ponto certo, logo, foi possível depositar as leveduras para o crescimento dos fungos por meio dele.

Após depositado o meio de cultura nas placas de Petri, as leveduras foram diluídas em água morna e foi adicionado o líquido resultante em 3 placas, portanto, o segundo resultado foi o êxito do crescimento dos *Saccharomyces*.

Ao analisar o resultado, foi possível perceber que a quantidade de fungos depositada na placa foi pequena e por isso houve um aumento na quantidade de fungos nos próximos testes, além disso cresceram outros tipos de fungos que não deveriam, devido às partículas no ar e de nossas mãos, devido a isso utilizaremos da próxima vez máscaras e luvas para realizar o processo.

Figura 6- Placas de Petri com os fungos já desenvolvidos

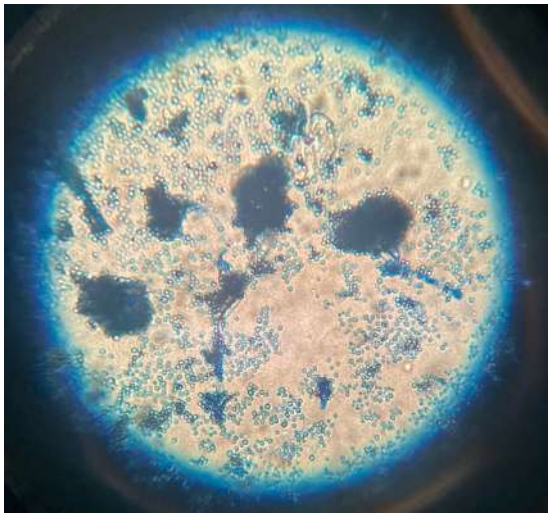


Figura 7- Fungo da espécie Penicillium – cresceu devido à contaminação do ar

A primeira etapa para a retomada da realização do experimento foi produzir novas 4 placas de fungos *Saccharomyces*, agora com mais cuidado para não crescerem outros tipos de fungos. A etapa foi bem sucedida e nenhuma das placas foi contaminadas, portanto só cresceram fungos do tipo *Saccharomyces*.

A segunda etapa foi depositar os protetores solares nos fungos. Apesar da dificuldade em achar um método eficiente para passar o protetor solar nos fungos, uma solução foi encontrada. Um pedaço de plástico filme foi higienizado com álcool

70%, para não haver contaminação, e em seguida, com muito cuidado, foi colocado sobre as placas de petri aberta, de modo a tampá-las. Em seguida, cada placa de petri foi colocada em uma balança de precisão, para que a quantidade de protetor depositada em cada uma fosse exatamente igual a 1 grama. Por último, o filtro foi espalhado sobre o plástico filme e exposto a luz negra.

Na terceira etapa, todas as 4 placas foram colocadas, o mais próximas possíveis uma das outras, dentro de uma caixa de papelão fechada e foram expostas a luz negra por 6 horas seguidas.

Após a retirada das placas da luz e da análise das mesmas, foram criadas mais 4 placas, com a mesma quantidade de fungo, para agora, serem expostas á luz negra por 10 horas. O procedimento, portanto, foi o mesmo, as 4 placas foram colocadas dentro de uma caixa com luz e, quando retiradas, analisadas pelo microscópico.

Os resultados foram registrados por meio de fotos, portanto foi possível analisar que macroscopicamente, as colônias se esbranquiçaram e aumentar de volume.

Já microscopicamente:

PROTETOR SOLAR N:

Antes da exposição

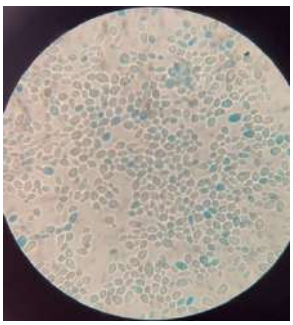


figura 8-A

6 horas na luz

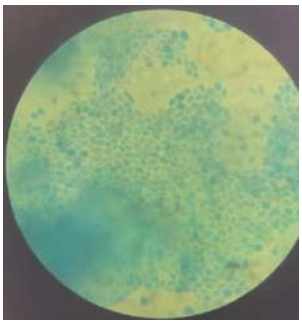


figura 9

Antes da exposição

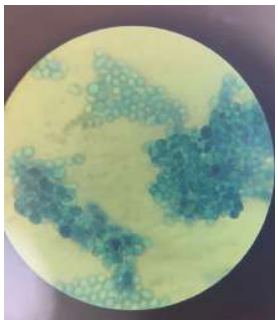


figura 10-A

10 horas na luz

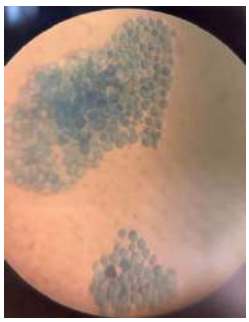


figura 11

Podem ser observados que antes da exposição à luz os fungos estão mais separados e menos azuis que os de 6 horas demais. Já na exposição de 6 horas na luz negra os *Saccharomyces* estão mais unidos, com tamanhos menores, com formatos diferente entre eles, e mais espalhado entre os espaços. Na figura 10-A os fungos estão mais concentrados em um espaço só, os formatos estão mais parecidos e com uma coloração mais forte, já no 11 as colônias estão bem separados, estão bem unidos dentro da colônia e mais azuis.

PROTETOR SOLAR B:

Antes da exposição à luz

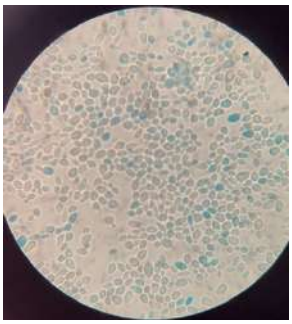


figura 8-b

6 horas na luz

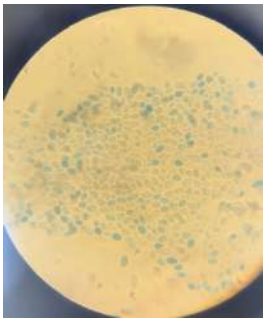


figura 12

Antes da exposição à luz

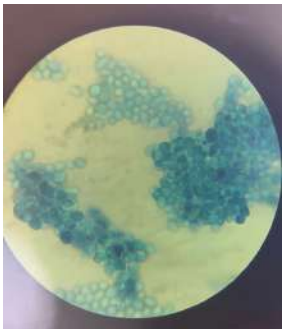


figura 10-b

10 horas na luz

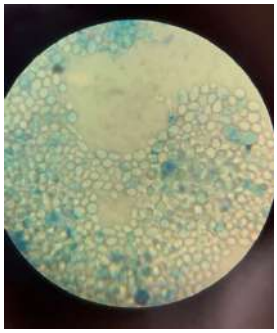


figura 13

Podem ser observados que na figura 8-b os fungos não estão muito azuis, formato iguais entre eles, e bem espalhado, já no 6 horas na luz as *Saccharomyces* estão menores, menos concentradas com formatos bem distintos. Na figura 10-b, os fungos estão bem juntos, muito azuis, e sugerindo que tem uma alta concentração em um pequeno espaço. Já no 10 horas na luz o azul é quase nulo, formatos muito diferentes e continuam concentrados porém mais espalhadas na placa.

PROTETOR SOLAR L:

Antes da exposição à luz

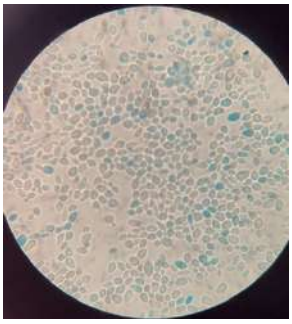


figura 8-c

6 horas na luz

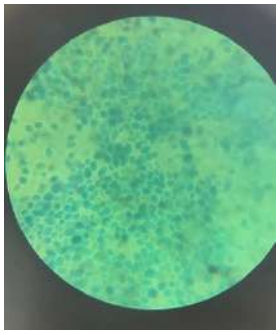


figura 15

Antes da exposição à luz

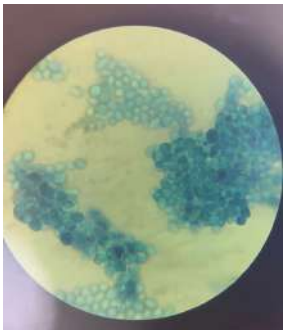
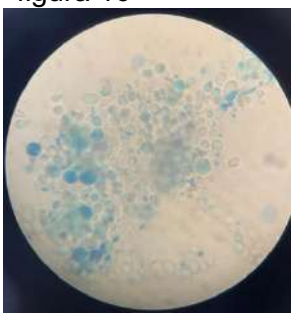


figura 10-c

10 horas na luz

figura 16



Na figura 8-C pode ser observado que os *Saccharomyces* estão bem espalhados pela placa, sem coloração e formatos parecidos. Já na figura de 6 horas eles estão mais juntos, menos visível, com formatos diferentes, bem turvos em comparação ao antes da exposição. Na figura 10- c, os fungos estão juntos por colônia com uma alta concentração sugerindo que as células estão sobrepostas uma sobre

as outras, e com uma alta coloração. Já no de 10 horas os fungos estão bem separados, com formatos bem distintos, sem tanta coloração e bem turvos.

CONTROLE:

Antes da exposição à luz

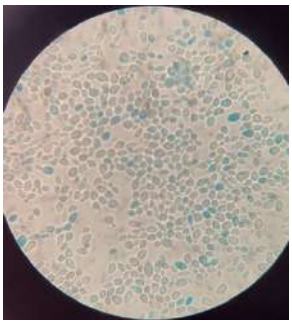


figura 8-d

6 horas na luz

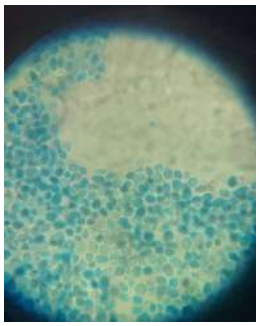


figura 17

Antes da exposição à luz

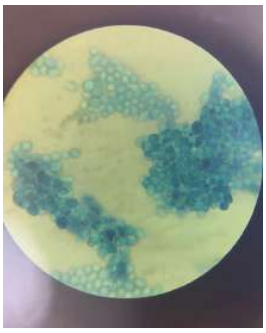


figura 10-d

10 horas controle

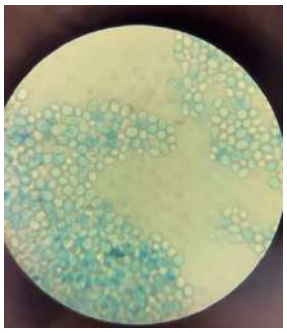


figura 18

Podem ser observados no antes da exposição à luz que os fungos estão bem separados, com pouca coloração, com formatos parecidos e pouca concentração por espaço. Já na figura 17 os *Saccharomyces* estão bem azuis, com uma alta concentração de fungos em um pequeno espaço e formatos distintos do antes da luz. Na figura 10-d os fungos estão bem divididos em colônia, com uma alta coloração, sugerindo que que as células estão sobrepostas, já na figura 18 os *Saccharomyces* estão com uma baixa coloração, mais separados e aparentemente não estão divididos em colônias, com formatos muito diferentes entre eles é bem visível.

A partir das fotos registradas, foi possível perceber que a única placa que não apresentou significativas mudança, após 6 horas de exposição à luz, foram os fungos protegidos pela marca B, já que o formato não foi alterado, a nitidez no microscópio foi mantida e sua coloração também não mudou. Isso pode ter ocorrido, devido a maior proteção que o filtro solar teve sobre o fungo em relação ás outras marcas. Portanto, o controle e os fungos protegidos com os protetores solares N e L, apresentaram muitas mudanças após esse tempo na luz, como a maior coloração, já que antes os fungos estavam pouco coloridos e após a exposição, quando o corante foi colocado novamente sobre os fungos para analisá-los, eles coloriram mais, ou seja, ficaram mais azuis, possivelmente por estarem mais sensíveis. Além disso, não foi possível observá-los no microscópio com a mesma nitidez de antes, pois a imagem estava turva, não se sabe ao certo o porque disso, porém pode ter sido por erros na técnica de colocarão, por exemplo, na quantidade e no tempo que cada fungo ficou em contato

com o corante. O formato, também mudou, alguns ficaram mais achatados, outros com aspecto de “casquinha” ou até com seu contorno enrugado, o que sugere que a alta radiação desnaturou suas estruturas.

Já depois de 10 horas expostos a luz, o protetor que apresentou menor eficácia, ou seja, que apresentou mais mudanças, foi o da marca L. Portanto, antes de serem expostos à luz, os fungos apresentavam uma alta concentração por colônia e formatos parecidos, e depois da exposição, a quantidade de fungos por colônia diminuiu dramaticamente e os formatos ficaram muito distintos entre cada fungo, isto é, alguns ficaram maiores e outros muito menores. Além disso, a coloração também não foi tão eficiente quanto antes de serem expostos a radiação. Por isso, pode-se dizer que a proteção do filtro solar não foi suficiente para protegê-los.

A placa que menos manifestou mudanças, foi a coberta por N, pois suas colônias se mantiveram unidas, o tamanho dos fungos não mudaram e a coloração se manteve forte, sugerindo assim, que houve uma maior proteção solar em relação aos outros filtros.

Os fungos do controle e os protegidos pela marca B, após 10 horas, não apresentaram mudanças tão drásticas quanto o da L, porém, após a luz, os fungos se espalharam pela placa, enquanto antes da exposição à luz, haviam colônias bem definidas. Ademais, o formato não foi tão visivelmente alterado e a coloração, apesar de não ter sido mantida como na exposição de 6 horas, não perdeu tanto a intensidade da cor.

Pensando sobre as vantagens do projeto, o uso de fungos ao invés de animais para o teste da eficácia dos filtros solares é um ponto muito positivo do trabalho, já que o sofrimento animal no desenvolvimento de experimentos é muito comum e

Desde do início haviam notáveis desvantagens sobre a realização do projeto, por exemplo, a igual quantidade de filtro solar nas placas, principalmente devido às diferentes texturas e consistências. Em função do clima nublado houve uma complicação em relação a exposição dos fungos ao sol, por isso foi necessário a utilização de uma luz negra como fonte de luz para testar a eficácia dos protetores. Além disso na hora de expor os filtros à luminosidade, as placas de petri não receberam a mesma quantidade de radiação, já que a caixa era quadrada e tinha apenas uma fonte luminosa.

Em comparação com o projeto A influência da radiação UV no crescimento de colônias de Saccharomyces e a eficácia de filtros solares na proteção desses microorganismos, pode se concluir que seria muito positivo para a análise e discussão dos resultados se uma das amostras de controle não tivesse sido exposta (HUNGARO et al., 2021), porém essa ideia não foi pensada a tempo da realização do experimento.

Conclusão

Ao longo do projeto e com os testes realizados, foi possível concluir que apesar de não haver grandes diferenças entre os filtros solares de diferentes marcas, existe sim, mudanças em seus níveis de proteção. Portanto, pode-se dizer que em um maior período de exposição à luz o protetor solar N é o mais eficiente e, por isso, os fungos protegidos por este, apresentaram poucas modificações em comparação aos *Saccharomysses* das outras placas. Já em um menor período de tempo o protetor B é o mais eficaz e apresenta maior proteção à radiação comparado aos outros filtros solares testados, visto que os fungos cobertos por este, não sofreram significativas mudanças.

Referências

- BOLZAN,G. **Camada de ozônio: boas e más notícias de 2020**. Agência universitária de notícias. 2021. Disponível em: https://aun.webhostusp.sti.usp.br/index.php/2021/01/26/camada-de-ozonio-boas-e-mas-noticias-de-2020/. Acesso em: 25/03/2022.
- **Câncer de pele melonoma.** Instituto Nacional De Câncer. 2021. Disponível em: https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-de-pele-melanoma. Acesso em: 25/03/2022.
- **Câncer de pele: conheça os sintomas, o tratamento e a prevenção da doença.** São José Laboratório Médico. Disponível em: http://labsaojose.com/noticias/cancer-de-pele-conheca-os-sintomas-o-tratamento-e-a-prevencao-da-doenca/. Acesso em: 29/04/2022.

- JUNIOR, J.S.S. **Fator de proteção solar (FPS)**. PrePara Enem. Data. Disponível em: https://www.preparaenem.com/fisica/fator-protecao-solar-fps.htm. Acesso em: 25/03/2022
- FLOR, J.; DAVOLOS, M.R.; CORREA, M.A. **Protetores solares**. Química Nova. Acesso em: 18/05/2022
- FLORÊNCIO, A; ALTIERI, B; CANOVA, L; RIBEIRO, L.N. **A destruição da camada de ozônio é os impactos à saúde humana**.IV Simpósio de ciências farmacêuticas,2015. Disponível em: http://www.saocamilo-sp.br/novo/eventos-noticias/simposio/15/SCF010_15.pdf. Acesso em: 25/03/2022.
- FREITAS, C. A. F; LUZA, A. C.; SALES, S. C.; SILVA, E. G.; PERRONY, J. S. **Tratamento cirúrgico da neoplasia maligna de pele não melanoma. Estudo de 100 casos tratados em Campo Grande.** Revista Brasil Cir. Cabeça Pescoço, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 190 -193, julho / agosto / setembro. 2009. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-524172. Acesso em: 25/03/2022.
- GONZAGA, H. F. D. S; NAZARI, A. C; BONESSI, A. C. N; ANDREOTTI, A. D. Q. A; & JORGE, M. A. **Câncer de pele: o papel da exposição solar como fator causal e da fotoproteção na prevenção**. Portal Jornal da BVS.2012. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-654871. Acesso em: 25/03/2022.
- KULLAVANIJAYA, P.; LIM, H.W. **Photoprotection. Journal of the American Academy of Dermatology**, v.52, n.6, p.937-958, jun.2005. Acesso em:18/05/2022
- HUNGARO, A. B. V.; NAZARETH, A. A. S.; OLIVEIRA, B. F.; HEILMAN, F. V.; SANDHU, K.; **A influência da radiação UV no crescimento de colônias de Saccharomyces e a eficácia de filtros solares na proteção desses microorganismos.** Revista |Festival Steam, volume 2; pg. 901-915, 2021. Disponível em: https://moodle.colband.com.br/pluginfile.php/302812/mod_folder/content/0/ReviSTEAM%20-%202021%20-%20VOL.02.pdf. Acesso em: 21/10/2022
- LOPES, F. M; DA CRUZ, R. D. O.; & DE BATISTA, K. A. **Radiação Ultravioleta e ativos utilizados nas formulações de protetores solares.** Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, vol. 16, núm. 4, 2012, pp. 183-199. Disponível em:

- https://www.redalyc.org/pdf/260/26029236014.pdf . Acesso em: 25/03/2022.
- LO, I. G. S. (2010). **Avaliação do conhecimento quanto ao câncer de pele e sua relação com exposição solar em alunos do SENAC de Aparecida de Goiânia.** Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, 6(11). Disponível em:
- https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/download/16997/9373. Acesso em: 25/03/2022.
- **O que é câncer**. Instituto Nacional De Câncer. 2020. Disponível em: https://www.inca.gov.br/o-que-e-cancer. Acesso em: 25/03/2022.
- SEITÉ, S. et al. Mexoryl® SX: **a broad absorption UVA filter protects human skin from the effects of repeated suberythemal doses of UVA**. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, n.44, p. 69-76, 1998. Acesso em: 18/05/2022
- **SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA (SBD)**. **Análise de dados das campanhas de prevenção ao câncer da pele promovidas pela Sociedade Brasileira de Dermatologia de 1999 a 2005**. Scielo Brasil. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abd/a/vBNYLN3wdMjkvTCqFvD5kmm/abstract/?lang=pt. Acesso em: 25/03/2022.
- TEDESCO, A. C.; MARTÍNEZ, L.; GONZÁLEZ, S. **Photochemistry and photobiology of actinic erythema: defensive and reparative cutaneous mechanisms. Brasilian Journal of Medical and Biological Research.** Acesso em: 18/05/2022
- HUNGARO, A. B. V.; NAZARETH, A. A. S.; OLIVEIRA, B. F.; HEILMAN, F. V.; SANDHU, K.; **A influência da radiação UV no crescimento de colônias de Saccharomyces e a eficácia de filtros solares na proteção desses microorganismos.** Revista |Festival Steam, volume 2; pg. 901-915, 2021. Disponível em: https://moodle.colband.com.br/pluginfile.php/302812/mod_folder/content/0/ReviSTEAM%20-%202021%20-%20VOL.02.pdf. Acesso em: 21/10/2022.

Osmose em tecidos vegetais: A influência da Membrana Semipermeável

ARAÚJO, Fernando; FULLEN, Caio; MAGALHÃES, Larissa; REIS, Luiza; VALENTE, Guilherme

Professor(a) orientador(a): Maria Fernanda Moreira e Lucianne Leigue

Colégio Bandeirantes

Resumo

A osmose é, fundamentalmente, a passagem de um solvente de um meio onde ele é mais concentrado para um meio onde ele é menos concentrado, através de uma membrana semipermeável. Ao longo do artigo, o grupo analisou sua ação em diferentes tecidos orgânicos. As células examinadas durante o estudo foram células de ovo, cenoura e batata. Todos eles passaram por uma série de experimentos onde uma maior concentração foi criada dentro deles, enquanto água destilada (menor concentração) foi colocada ao redor. A osmose, então, agiu, fazendo com que o líquido entrasse para percorrer o tecido, alcançando o equilíbrio.

Os resultados do experimento com ovos de osmose mostraram que alguns minutos depois que o ovo foi colocado no vinagre, bolhas se formaram ao redor do ovo. Isso indicou uma reação química que ocorreu entre o vinagre e a casca do ovo e depois a casca se foi, e a água começou a se mover para dentro do ovo, aumentando o volume do ovo. Ao fazer o experimento na cenoura, a osmose teve sucesso quando o volume do vegetal aumentou devido ao líquido fora da cenoura que se moveu através da membrana semipermeável, neste caso a cenoura. No experimento com a batata, o nível de solução de açúcar na cavidade da batata aumenta após algum tempo devido à entrada de água na solução de açúcar, através da membrana seletivamente permeável das células da batata.

Em conclusão, o estudo levou o grupo a acreditar que, embora as células vegetais e animais tenham grandes diferenças, a osmose sempre agirá da mesma forma,

demonstrando que ela, em última análise, desempenha um papel fundamental no equilíbrio do mundo.

Palavras-chave: Volume; membrana semipermeável; líquido; solução; equilíbrio.

Abstract

Osmosis is, fundamentally, the movement of a solvent from an area where it is higher in concentration to a region where it is lower, through a semi-permeable membrane. Throughout the article, the group analyzed its action in different organic tissues. The cells examined during the study were egg, carrot, and potato cells. They all underwent a series of experiments where a higher concentration was created inside them, meanwhile distillated water (lower concentration) was placed all around. Osmosis, then, acted, causing the liquid to enter to go through the tissue, achieving balance.

The results in the osmosis egg experiment showed that a few minutes after the egg was placed in the vinegar, bubbles were formed around the egg. This indicated a chemical reaction that took place between the vinegar and the shell of the egg and afterwards the shell was gone, and water began moving into the egg, increasing the egg´s volume. While doing the experiment on the carrot, the osmosis had success when the volume of the vegetable had increased due to the liquid outside the carrot that moved through the semipermeable membrane, in this case the carrot. In the experiment with the potato, the level of sugar solution in the potato cavity rises after some time due to the entry of water into the sugar solution, through selectively permeable membrane of the cells of the potato.

In conclusion, the study led the group to believe that, although vegetable and animal cells have major differences, osmosis will always act the same, demonstrating that it, ultimately, plays a fundamental role in world's balance.

Keywords: Volume; semi-permeable membrane; liquid; solution; balance

Introdução

No século XXI, a população mundial aumentou em dois milhões de pessoas, com isso, a falta de água tornou-se uma realidade constante para a população

mundial. De acordo com o gráfico ao lado, 97,5% da água disponível no planeta é salgada, ou seja, apenas 2,5% são de água doce. Desses 2%, 69,8% estão nas calotas polares, 29% nos aquíferos, 0,3% em rios e lagos e os 0,9% restante em outros (FERRARO, 2008). Portanto, a menor parcela de água disponível na Terra é a que necessitamos para a sobrevivência humana. Em vista disso, a justificativa para a realização do projeto pode ser dita como apresentação de uma possibilidade de resolver parte do problema da falta de água do planeta, transformando água não potável em potável. A osmose reversa se mostrou como uma das alternativas para a solução desse problema, por ser um dos meios mais fáceis de dessalinizar a água. Além disso apresenta também outras vantagens como a redução de contaminantes microbiológicos, uma vez que no processo da osmose as bactérias não atravessam a membrana (SCHNEIDER; TSUTIYA, 2001). Esse processo consiste em separar eletrólitos de soluções aquosas pressionando-as contra uma membrana de ultra filtração (KHOIRUDDIN, 2015). Após o processo de osmose, a água não potável é separada em duas partes: o permeado e o rejeito, a parte do permeado é a que interessa para consumo humano, pois separou a água dos compostos indesejados para nosso fim, já o rejeito deve ser descartado (WHO, 2007). Por apresentar uma série de vantagens que propiciam seu uso, dentre elas a simplicidade em sua manutenção e operação, a capacidade de separar a água não só do sal, mas também produtos químicos, e ser possível instalar o sistema sem ocupar muito espaço físico (PEREIRA DA SILVA; QUIRINO, 2020). Outro objetivo testado pelos experimentos foi descobrir como a osmose ocorre em substâncias diferentes, além de investigar o processo da osmose em diferentes tecidos, comparar o processo teórico de osmose reversa com o de osmose, analisar os diferentes resultados do experimento a fim de entender a consequência desses diferentes tecidos e, finalmente, construir gráficos com os resultados para compreendê-los melhor. Um dos primeiros modelos de dessalinização de água através da osmose reversa (RO) foi o protótipo de Hassler (pesquisador da UCLA - University of California, Los Angeles), que está evidenciado na imagem acima. Nela é possível observar a água do mar com eletrólitos (1), que são partículas carregadas (+ ou -) e que, em solução aquosa, conduzem eletricidade, passando pela membrana de ultrafiltrarão (4), quando pressionados (2). No final a água fica pronta para o consumo (5).

Objetivos

Integrados ao parágrafo de introdução, segundo orientação da professora responsável.

Materiais e Método

Experimento 1: Experimento com ovo

Materiais:

-Dois recipientes de vidro

-Dois ovos

-Vinagre

-Açúcar

-Água

Método: No primeiro passo, os 2 ovos são colocados cada um em um recipiente de vidro e então é adicionado vinagre até que fiquem cobertos. Ficará assim por 4 dias, onde ocorrerá o processo de descalcificação. Após esses dias, os ovos serão lavados e para o segundo passo, precisa-se de 2 recipientes de vidro, os ovos já lavados, água e açúcar. Em um dos recipientes é preparado uma solução supersaturada com água e açúcar, e no outro vidro apenas água. Logo em seguida, é colocado o ovo nessas soluções e esperamos o resultado.

Variável independente:

-Solução supersaturada com água e açúcar

Variável dependente:

-Ovos

Constantes:

-Pressão

-Temperatura

-Quantidade de água

-Tempo de experimentação

Experimento 2: Experimento com batata

Materiais:

-Uma batata sem casca

-Uma faca

-25gde açúcar para 1000 ml de água

-Placa de petri

-Água destilada

-Alfinetes

-Superfície de base para realizar o experimento

Método: Posicionado na superfície de base, com a faca, partir a batata sem casca ao meio e cortar suas duas extremidades fora. Em seguida, retirar o recheio da batata de modo que forme uma cavidade em seu centro. Encher de água destilada até metade da placa de petri, e posicionar metade da batata no centro dela. Preencher metade da cavidade da batata com uma da solução saturada de açúcar. Marcar o nível da solução de açúcar na cavidade com um alfinete. Dessa forma, a batata agora funciona como um osmômetro. Deixar o osmômetro descansando por 2 horas e marcar com o alfinete o nível em que chegou a solução dentro da batata após esse período.

Variável independente:

-Solução de água com açúcar

Variável dependente:

-Batata

Constantes:

-Pressão

-Temperatura

-Batata

-Tempo de experimentação

Experimento 3: Experimento com cenoura

Materiais:

-Uma cenoura

-Dois beckers com água destilada

-Duas rolhas

-Corante

-Açúcar

Método: Cortar uma cenoura na metade e fazer um furo semelhante no miolo de cada. Após isso, no furo, adicionar de água com corante em uma das metades da cenoura, e um pouco de açúcar na outra. É essencial que a sua solução ocupe todo furo. Posteriormente, colocar as duas amostras no copo com água. A osmose poderá ser vista em cerca de dez horas.

Variável independente:

-Açúcar/Solução de Corante

Variável dependente:

-Cenoura

Constantes:

-Pressão

-Temperatura

-Cenoura

-Volume de água destilada

-Tempo de experimentação

Resultados e Discussão

Experimento 1

Os resultados coletados, referentes ao primeiro experimento (ovos), se aproximaram muito da hipótese inicial formulada pelo grupo, uma vez que foi possível notar a descalcificação completa da casca. Portanto a reação descalcificou a casca do ovo sem afetar a membrana semipermeável (PASINI, 2019.), que ficou submersa na solução com maior concentração de vinagre. Enquanto isso, foi observado que o ovo imerso na mistura homogênea de menor quantidade de partículas de ácido acético não sofreu em torno de 20%, apenas, de descalcificação. Portanto conclui-se que o processo de descalcificação da casca do ovo e o volume de vinagre no qual o mesmo está submerso são diretamente proporcionais. A reação balanceada abaixo exemplifica o procedimento de descalcificação ao qual os ovos foram submetidos:

$$CaCO_3(s) + 2\ CH_3COOH\ (aq) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O\ (l) + Ca(CH_3COO)_2(aq)$$

Contudo, a osmose apenas se sucedeu na segunda parte do experimento, onde a variável dependente foi submetida, por 48 horas, a uma solução de água com

açúcar, na qual, para cada um dos ovos, mudava a concentração do produto. Posteriormente aos dois dias, cada uma das amostras foi cuidadosamente esquadrinhada pelo grupo e, nesse ponto foi notado que os ovos todos incharam, evidenciando a osmose (PASINI, 2019.) de acordo com o que já havia sido previsto pela equipe. É possível explicar esse crescimento das amostras com o conceito mais básico de osmose, o qual sugere que a água tende a se difundir através da membrana, indo do meio menos concentrado para o mais concentrado (SANTOS, s.d).Em alguns casos, os quais a quantidade de açúcar era grande, verificamos uma cristalização da gema, processo que consiste em trocas devidas as diferentes pressões osmóticas da solução concentrada e a água destilada.

Experimento 2:

Os resultados atinentes ao segundo experimento (batatas), mais uma vez, se aproximaram das previsões formuladas inicialmente pelo grupo, pois nota-se a elevação do nível da água de dentro do vegetal, evidenciando a ocorrência da osmose afinal. A osmose ocorreu, pois, a água destilada no exterior da batata atravessou a membrana semipermeável no experimento, e se misturou com a solução de açúcar inserida na cavidade da batata. Tal fenômeno foi evidenciado pois a água ultrapassou o ponto onde estava fincado o alfinete, provando o aumento do nível da água. O Colégio Nacional de Educação realizou o experimento da osmose, obtendo um resultado semelhante ao nosso. Foram realizados orifícios na batata, para evidenciar a osmose. Os resultados foram obtidos, observando-se os orifícios feitos nas batatas que ficaram cheios de água. (SOUZA, Nailton)

Experimento 3:

No tocante ao experimento três (cenouras), é possível afirmar que a hipótese inicial da osmose se consolidou, pois, o nível de líquido do interior do vegetal aumentou e comprovou que a cenoura funcionou como uma membrana semipermeável no experimento (ALVES, s.d).Contudo, o que mais chamou atenção no experimento foi a ocorrência de uma difusão, processo onde a substância passa do meio mais concentrado para o meio menos concentrado, a favor do gradiente de concentração (SANTOS, s.d), sendo confirmado pois a água ao redor da cenoura contendo açúcar ficou esbranquiçada, e a contendo solução de corante ficou verde. Tanto o processo de difusão quanto o processo de osmose ocorreram proporcionalmente à quantidade de açúcar e corante dos diferentes níveis, uma vez

que no nível 1 (1g de açúcar e 5 gotas de corante em 40 mL) foi observado uma tonalidade mais fraca da cor verde e água mais próxima ao transparente, já no nível 3 (5g de açúcar e 15 gotas de corante em 40 mL), foi visto um notável aumento na tonalidade do verde e esbranquiçado.

Conclusão

Conclui-se esse artigo, tendo em vista o resultado observado nos três experimentos e nas referências bibliográficas, que o questionamento sobre os diferentes tecidos vegetais alterarem o processo de osmose foi respondido pelo experimento como não, uma vez que os experimentos se provaram equivalentes na passagem de substâncias independendo da membrana semipermeável utilizada. Foi provado também pelos níveis escolhidos nos experimentos que a quantidade de substância adicionada é proporcional à maneira como ocorrerá a osmose. Por fim, os três experimentos foram capazes de reforçar o conceito de osmose (passagem de substâncias do meio hipotônico para o meio hipertônico).Especificamente durante a osmose do ovo, foi possível observar algumas vezes a ocorrência de uma cristalização na gema, tal fenômeno não era esperado, e foi entendido pelo grupo como causado pelas grandes quantidades de açúcar envolvidas no experimento Outro fenômeno não esperado foi o da difusão, o qual pôde ser observado no experimento com a cenoura, e concluiu-se a partir dessa observação e as referências bibliográficas observadas que em todos os experimentos ambos os fenômenos foram presentes, porém apenas na cenoura foi mais notável do que na osmose.

Referências

- ALVES, Líria. Osmose na cenoura –atividade experimental. Brasil Escola, s.d. Disponível em: < https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/osmosenacenoura.htm#:~:text=A%20principal%20fun%C3%A7%C3%A3o%20da%20osmose,caso%20vai%20ser%20a%20cenoura.>. Acesso em: 02/09/2022.
- FERRARO, Ronaldo José Silva. SISTEMA DE OSMOSE REVERSA. Campinas, f. 60, 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) - Universidade São Francisco, Campinas, 2008. Disponível em:

<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1524.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

- FERREIRA, Victor Ricardo. "Osmose";Brasil Escola.s/d.Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/quimica/osmose.htm. Acesso em 29 de abril de 2022.Free animated education. What is osmosis?. Youtube, S/D. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=JEL7pNTBIrg&t=57s.Acesso em: 29 de abril de 2022
- GLATER, J. The early history of reverse osmosis membrane development. Desalination,117, 1998. 297-309.Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916498001222>Acessoem: 25 de mar 2022. (GLATER, 1998)
- KHOIRUDDIN, I.G. Reverse osmosis applications: Prospect and challenges.Elsevier, Indonesia. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916415301454>. Acesso em: 25de mar2022.(KHOIRUDDIN, 2015).
- MEES apud FERRARO, Ronaldo José Silva. SISTEMA DE OSMOSE REVERSA. Campinas, f. 60, 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) -Universidade São Francisco, Campinas, 2008. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1524.pdf>. Acesso em: 16 mar 2022.Técnicas de filtração [MEES, 2004].
- MEES, J. B. R. Tratamento de resíduos líquidos I. Tecnologia em Gerenciamento Ambiental, Ministério da Educação, Universidade Tecnológica Federal do Parana, Campus Medianeira, 2006. p. 7-21. Disponível em: <http://www.md.utfpr.edu.br/Intranet/professores/adm/download/apostilas/131513.pdf>. Acesso em: 18 de mar 2022. [MEES, 2004]
- Membrana Osmótica Modulo em Aspiral.Disponível em: <www.meiofiltrante.com.br/.../imagens/capa05.jpg>. Acesso em: 22 de mar 2022. Membrana Osmótica Modulo em Aspiral [Modulo em aspiral 2008].Membrana Osmótica Modulo em Aspiral. Disponível em: <www.meiofiltrante.com.br/.../imagens/capa05.jpg>. Acesso em: 22 mar 2022. Membrana Osmótica Modulo em Aspiral [Modulo em aspiral 2008].

- SANTOS, Vanessa. Difusão. Biologia Net, s.d. Disponível em: <https://www.biologianet.com/biologiacelular/difusao.htm#:~:text=Difus%C3%A3o%2 0%C3%A9%20um%20processo%20f%C3%ADsico,em%20um%20copo%20com %20%C3%A1gua>. Acesso em: 02/09/2022.
- SCHNEIDER, R. P., & TSUTIYA, M. T., Membranas filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reuso, ABES, primeira edição, São Paulo, 2001. Disponível em <https://w ww.worldcat.org/title/membranas-filtrantes-para-o-tratamento-de-agua-esgoto-e-agua-de-reuso/oclc/50837191>. Acesso em 25 mar de 2022.SENFF, Cecília et. al. Métodos de cristalização.UFRGS, Julho de 2001. Disponível pem: <https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prfruta/laracris/prfmetod.htm >. Acesso em: 02/09/2022.
- QUIRINO, Jonatas otta; PEREIRA DA SILVA, Flavia. DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA.TEC-USU, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 16-32, JUL\DEZ 2020. Disponível em <http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/viewFile/1453/1068. Acesso em: 16 mar 2022.
- (PEREIRA DA SILVA; QUIRINO, 2020)WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Desalination for safe water supply: Guidance for Health and Environmental Aspects Applicable to Desalination. Geneva, 2007.Acesso em: 21 de mar 2022. (WHO, 2007)

Estudo simulado para implantação de magnétosfera artificial para marte

Bruno Crisci, Vinícius Fonseca, Vinícius Rodrigues
Professor(a) orientador(a): Marta Rabello e Lillian Siqueira

Colégio Bandeirantes

Resumo

Este estudo abordou a criação de um campo magnético e suas aplicações na colonização de Marte, sendo de extrema importância para desviar os ventos solares radioativos, que são tóxicos para os seres humanos. Nosso objetivo com este projeto foi simular um campo e pensar em sua possível configuração no planeta vermelho. Analisamos a formação com uma bobina elétrica e um programa Arduino conectado a um sensor de efeito Hall, especializado na detecção de campos magnéticos. Nossos resultados revelaram os valores magnéticos necessários para formar um campo proporcional em Marte. Aplicamos uma fórmula de proporcionalidade, que nos deu o valor aproximado em função do raio e da massa de Marte, respectivamente 0,00001 Teslas e 0,00021 Teslas. A principal conclusão que se pode tirar é que o campo magnético de Marte é significativamente mais forte que o da Terra, por isso seria necessária uma corrente elétrica maior para criar um campo magnético eficiente no Planeta Vermelho.

Palavras-chave: Marte; Campo magnético; Ventos Solares; Arduino.

Abstract

This study addressed the creation of a magnetic field, and its applications to Mars colonization, being extremely important to deflect the radioactive solar winds, that are toxic to human beings. Our goal with this project was to simulate a field and think about its possible setup on the red planet. We analyzed the formation with an electric coil and an Arduino program connected to a Hall effect sensor, which is specialized in detecting magnetic fields. Our results shed new light on the necessary magnetic values to form a proportional field on Mars. We applied a proporcionality formula, which gave

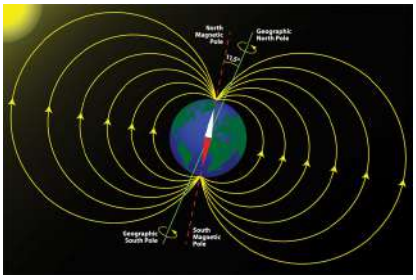
us the approximate value in function of the radius and the mass of Mars, respectively 0,00001 Teslas and 0,00021 Teslas. The main conclusion that can be drawn is that Mars's magnetic field is significantly stronger than that of Earth, so it would need a bigger electric current to create an efficient magnetic on the Red Planet.

Keywords: Mars; Magnetic field; Solar winds; Arduino.

Introdução

Devido à imensa **crescente populacional terráquea**, que põe em risco toda a biodiversidade, a grande maioria dos cientistas e pesquisadores cogita a **colonização marciana**, que cada vez mais se torna uma realidade ainda mais alcançável. Entretanto, nunca será possível habitar Marte sem um plano **sólido e conciso**, já que o planeta, por mais que se assemelhe em alguns aspectos com a Terra, ainda possui diferenças que dificultam a vida em Marte (Echer,2010).

Exemplos disso são a escassez de água líquida, que como todos sabemos, é essencial a existência de água para a vida. Outro exemplo disso é o clima, que varia entre temperaturas extremamente frias, em torno de **150 graus celsius negativos**, e temperaturas amenas, em torno de **20 graus celsius.** Porém, um problema que é pouco comentado pelos cientistas e pesquisadores é a **ausência de campo magnético** Marciano, que é tão essencial quanto os tópicos apresentados acima.
Como foi dito, Marte não possui uma magnetosfera, por conta do desaparecimento da atividade nuclear do planeta, que mudou completamente toda a sua estrutura de um planeta quente e com água líquida para um planeta desértico e frio (Langlais,2001).

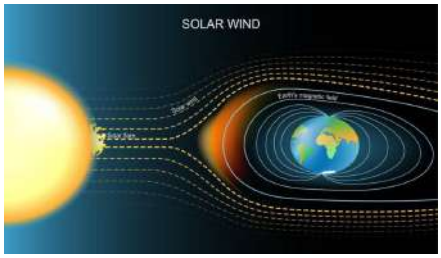


Campos magnéticos terrestres

Antes de entender como simular um campo magnético marciano, é necessário entender o campo magnético terrestre. Acredita-se que no núcleo terrestre externo, há metais como ferro e níquel, em estado de fusão, que, por estar em constante movimento, acabam criando correntes elétricas, logo, um campo magnético. Este

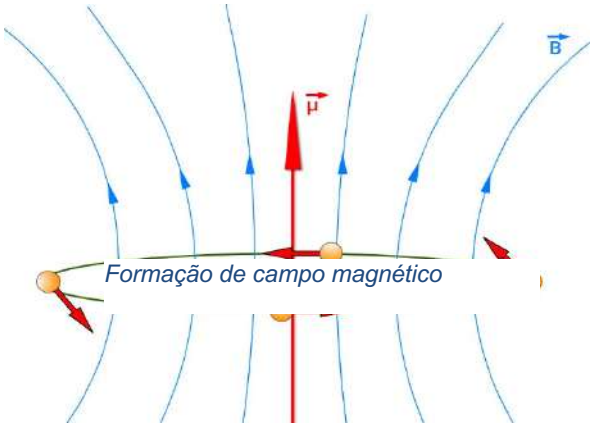
campo é responsável por diversos tópicos diferentes, sendo o mais importante o desvio de ventos solares na terra (Echer,2010).

Os ventos solares são um fluxo de partículas ionizadas, que é formado a partir da imensa diferença de pressão entre a coroa circular e o espaço sideral. Esses fluxos ionizados variam entre ondas **rápidas** e ondas **lentas**. A principal diferença entre ambos é a região que é formada, sendo a mais **rápida** em uma região **menos densa** e a mais **lenta**, em uma **mais densa**. Estes ventos solares incidem uma alta quantidade de **radiação**, além de prejudicar a instalação de tecnologias, pois os íons interferem em sinais de rádio. É neste contexto que entram os campos magnéticos, que desviam estes ventos solares, evitando assim diversos problemas (Echer,2010).



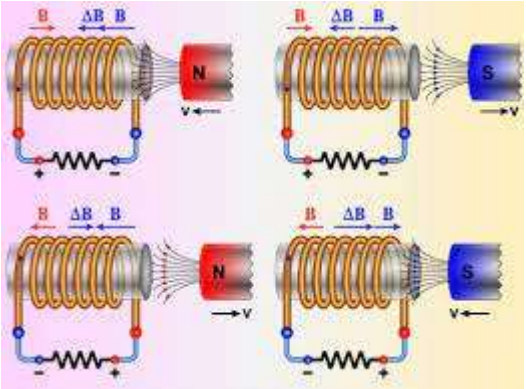
Ventos solares em direção à Terra

Antes de tudo, é necessário entender como se forma um campo magnético. Grosso modo, o magnetismo é gerado a partir do **comportamento de elétrons**, possuindo duas maneiras: Girando em torno do núcleo de um átomo ou efetuando uma rotação em torno de si mesmo. **No primeiro exemplo**, o elétron cria uma espira circular ao girar em torno do núcleo, percorrida por corrente, na qual origina um **campo magnético**, que possui pólos norte e sul. No segundo caso, ao elétron fazer a **rotação em torno de si mesmo**, acaba criando uma esfera de carga negativa, tendo propriedades semelhantes à espira magnética do primeiro exemplo (Ramalho,2007).



Formação de campo magnético

Outro tópico importante de se saber antes da simulação é a formação de campo magnético em um **solenóide**, ou **bobina elétrica,** que é de extremo valor para o trabalho. Estes aparatos consistem de um **grande número de fios enrolados em um carretel**, onde por eles passam correntes elétricas em um mesmo fluxo, definindo assim os **pólos sul e norte.** Este processo pode ser resumido por uma equação física $\boldsymbol{B} = \boldsymbol{\mu 0}.\boldsymbol{N}\backslash\boldsymbol{L}.\boldsymbol{i}$.(Ramalho,2007).



Formação de campo magnético

A fórmula expressa a indução de um campo magnético ($\boldsymbol{B}$), por meio da permeabilidade magnética($\boldsymbol{\mu 0}$), número de espiras na bobina($\boldsymbol{N}$), o comprimento das espiras($\boldsymbol{L}$) e a corrente elétrica($\boldsymbol{i}$).

Por fim, o objetivo do nosso trabalho será **simular um possível campo magnético para Marte**, por meio do uso de fontes elétricas, bússolas, bobinas, imãs,etc.

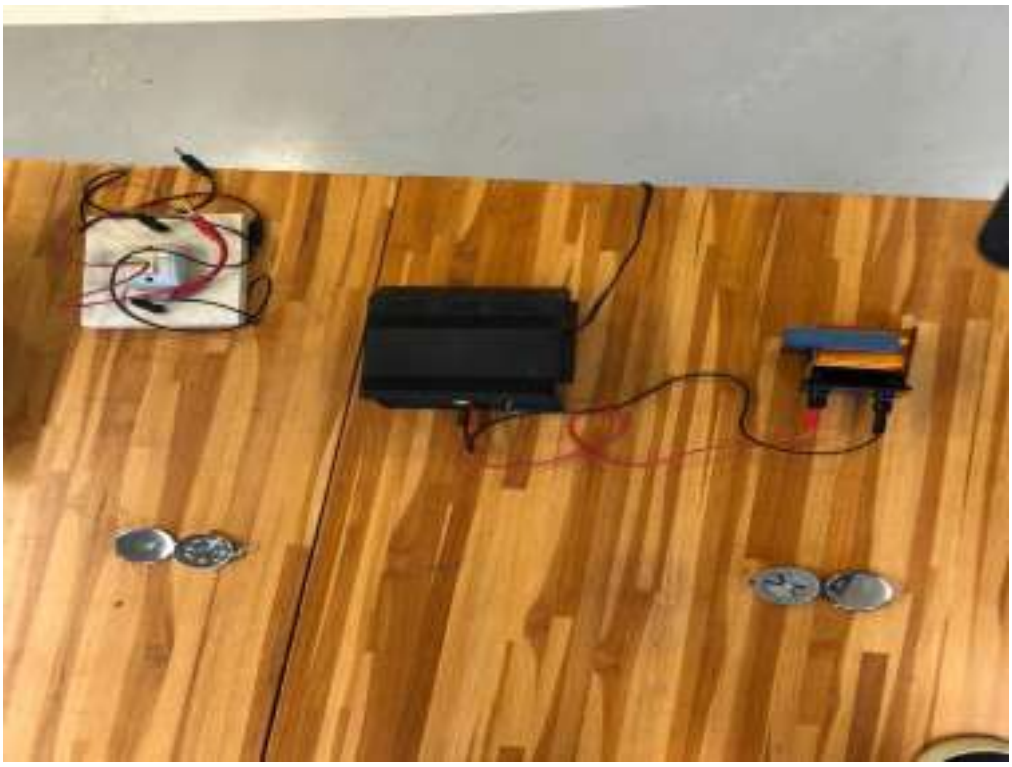
O projeto será conduzido de forma empírica, onde a principal pergunta norteadora será: **É possível simular um campo magnético para Marte utilizando materiais limitados, de maneira totalmente empírica?**

Objetivos

- Simular um campo magnético ideal para Marte;
- Mapear o campo magnético de um imã com limalha de ferro;
- Mapear o campo magnético de um eletroimã com bússolas;
- Medir a intensidade do campo magnético usando a deflexão das bússolas e usando o sensor magnético conectado ao Arduíno.

Materiais e Método

Como este trabalho se baseia em campo magnético, o experimento estará diretamente relacionado com a produção dos mesmos. Para isso, serão utilizados bobinas e fontes elétricas, a fim de criar um campo magnético artificial. A partir disso, o experimento será dividido em 4 etapas: Na primeira, serão utilizados 1 ampere; na segunda, 2 amperes, e assim por diante. Ao redor do campo magnético construído, existirão bússolas, para mapear as dimensões da magnetosfera criada.



Primeiros protótipos do projeto (Bússolas); Imagem Autoral

Resultados e Discussão

Primeiros resultados:

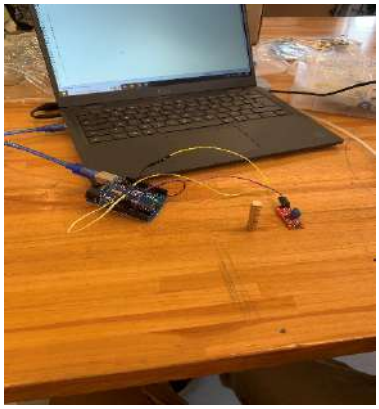
Nas fases iniciais do experimento, foram utilizados os materiais descritos na seção **Materiais e Métodos**, com acréscimo do uso de pó de ferro, para marcar as linhas de força do campo magnético e de uma placa de acrílico para facilitar a visualização. Nas primeiras tentativas, foi definido o polo norte e sul da bobina, além de serem medidos os raios dos campos formados, variando a corrente elétrica.

Nas tentativas seguintes, foram encontrados problemas na fonte, já que apresentava incongruências em relação à voltagem (V) utilizada.

Atração do pó de ferro: Imagem autoral

Resultados Observados

Após as tentativas anteriores, o grupo decidiu mudar a estratégia do trabalho, se voltando para um estudo teórico, com base em experimentos feitos com arduino. Essa mudança ocorreu por conta da falta de resultados obtidos nas primeiras etapas do experimento, em que foi utilizado a fonte, as bússolas e o pó de ferro. Nesta segunda etapa do experimento, começamos a utilizar o sensor de efeito Hall, que é um dispostivo que responde a variações no campo magnético, convertendo-o para Volt. Para gerar esse campo, utilizamos imãs de neodímio, e os valores obtidos variavam de acordo com a posição dos mesmos, variando entre 4,74V e 1,07V.



Arduino montado e conectado: Imagem A

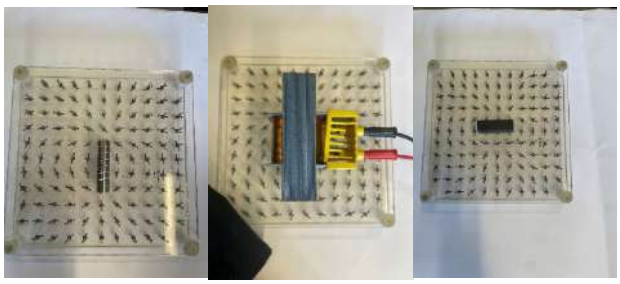
Porém, os resultados obtidos acabaram não sendo utéis no trabalho, devido a dificuldade em garantir um resultado correto, além de não agregarem em nada no ponto principal do trabalho, que é utilizar a fórmula. A partir da falta resultados obtidos na última etapa, regressamos a utilizar a fórmula $\boldsymbol{B} = \boldsymbol{\mu 0}.\boldsymbol{N}\backslash\boldsymbol{L}.\boldsymbol{i}.$, para assim acharmos um campo magnético ideal para Marte, levando em consideração seu raio e massa: O campo gerado somente baseado no raio dos planetas, de acordo com os cálculos ,

deu aproximadamente 0,000025 Teslas, enquanto o baseado na massa , gerou aproximadamente 0,000138 Teslas.

Em Marte, esse campo magnético poderá ser gerado a partir de uma estrutura parecida com as imagens abaixo: Uma fonte de eletricidade seria posta no núcleo marciano, gerando assim um campo magnético artificial. A voltagem necessária para a geração do campo seria igual a medida em Tesla, que no caso seria 0,000138 V/s ou 0,000025V/s. Isso é uma medida relativamente pequena, porém a grande dificuldade seria instalar um projeto assim no núcleo de Marte.

Conclusão

Foi possível quantificar a intensidade gerada pelo campo simulado e perceber que, a partir dos dois critérios, pode-se dimensionar esta intensidade como sendo da ordem de microtesla.



Referências

- RAMALHO, F. GILBERTO, N. ANTÔNIO, P. Os fundamentos da física, Editora Moderna, v3, p-242, 2007.
- ECHER, E. Planetary magnetospheres. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 2, p. 1-7, 2010.
- LANGLAIS, B. ,et al. Crustal Magnetic field of Mars Jornal of Geophysical research ,v. 109 ,e002048 p. 1-49. 2001.

Efeitos físico-químicos do CO_2 na atmosfera marciana

Enzo Luccarelli Terrin, Felipe Bussab Cunha e Lucas Felipe Maia
Professor(a) orientador(a): Marta Rabello e Lílian Siqueira
Colégio Bandeirantes

Resumo
A baixa temperatura da atmosfera de Marte é um problema que é atualmente discutido pelos cientistas que estão a tentar resolver os problemas de colonização do planeta vermelho. O objetivo desta experiência é compreender a relação entre a quantidade de CO2 e o clima de Marte. Na experiência, foi estabelecida a comparação entre as temperaturas de um receptor que tinha O2 no seu interior, e outra que continha CO2 e O2. Ambos foram expostos à luz de lanterna durante um período de quatro minutos. Depois disto, as temperaturas foram seguidas até se restabelecer a temperatura inicial (antes de expor os recipientes à luz). Este teste foi realizado em quatro níveis diferentes, variando a quantidade de CO2 em todos eles. É importante salientar que não houve grande variação entre a temperatura mais elevada apontada e as outras. Contudo, o tempo em que a temperatura foi mantida é significativamente maior nos casos que utilizaram uma grande quantidade de dióxido de carbono. Portanto, é possível concluir que, se o CO2 tiver a capacidade de conter o calor, a atmosfera do planeta vermelho seria mais semelhante à da Terra, pelo fato de quanto mais dióxido de carbono se apresentar num planeta, mais quente ele será.

Palavras-chave: CO_2, temperatura, atmosfera e colonização.

Abstract
The low temperature of Mars atmosphere is a setback, which is currently discussed by scientists, who are trying to solve the problems of colonizing the red planet. The goal of this experiment is to understand the relationship between the amount of CO_2 and Mars climate. On the experiment, it was established the comparation between the temperatures of a recipient that had O_2 inside of it, and another one that contained CO_2 and O_2. Both were exposed to lantern light for a period of four minutes. After this, the temperatures were tracked until they reset to the initial temperature (before

exposing the recipients to the light). This test was realized in four different levels, varying the amount of CO_2 in all of them. It is important to point out that there was no big variation between the highest temperature pointed and the others. However, the time that the temperature was held is significantly bigger in the cases that used a major quantity of carbon dioxide. Therefore, it´s possible to conclude that, if the CO_2 has the capacity to hold the heat, the red planet´s atmosphere would be more similar to the Earth´s one, by the fact that the more carbon dioxide presented on a planet, the hotter it will be.

Keywords: CO2, temperature, atmosphere and colonizing.

Introdução

Nos últimos anos foi possível observar um grande desgaste no planeta Terra, perdendo recursos, e tendo suas características, como atmosfera e temperatura modificadas. Isto aconteceu devido a diversos fatores, como uma urbanização muito rápida e um boom demográfico, que fez com que os humanos consumissem mais recursos terrestres excedendo assim a quantidade de recursos que a Terra produz. Já a urbanização contribuiu para a poluição da atmosfera terrestre, acelerando assim o efeito estufa que faz com que a temperatura aumente e traga várias consequências para o planeta, como o derretimento das calotas polares. Pesquisas apontam que a região Ártica, a Groenlândia e a Antártica foram os lugares mais afetados, estima se que a camada de gelo do Ártico tornou se 40 por cento mais fina e que sua área sofreu uma redução de 15 por cento (VEYRET, 2012).

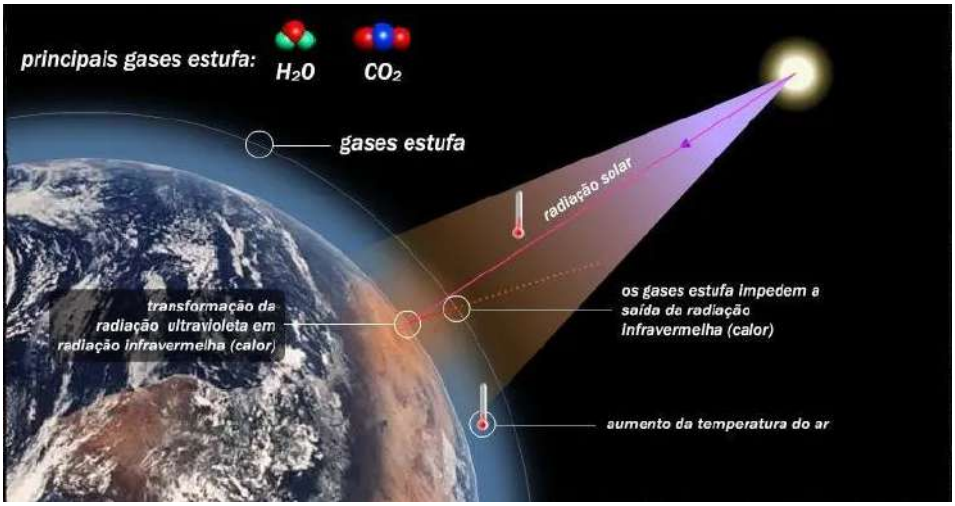


Fig. 1: Como ocorre o efeito estufa (SIQUEIRA, 2009)

Estes fenômenos, com o passar do tempo, prejudicaram as reservas de recursos naturais do planeta Terra, tornando as condições de vida no nosso planeta mais difíceis e até mesmo insustentáveis para algumas espécies, fazendo várias entrarem em extinção. Um estudo aponta que o homem já foi responsável pela extinção de mais de 784 espécies, além de fazerem com que outros 65 estejam vivendo em cativeiro, que estão sendo ameaçados de extinção.

Como será difícil recuperar a situação do nosso planeta, é necessário encontrar um novo corpo celeste para morar, sendo assim, foram estudados vários planetas do nosso sistema solar e chegou-se à conclusão de que apenas Marte é capaz de nos abrigar. Isto se deve a vários fatores como, distância do planeta, condições físicas e biológicas que são minimamente adequados para sustentar vida. Primeiramente, chegar a Marte é possível, uma vez que ele não está muito longe da Terra, além disso, tem grande chance de possuir água em estado líquido, o que é essencial para a sobrevivência humana. Planetas como Júpiter, Saturno, Urano e Netuno apresentam condições insustentáveis que impossibilitam a existência da vida em sua superfície, alguns apresentam uma atmosfera tóxica, temperaturas que o humano não pode suportar, distâncias impossíveis de serem percorridas com as tecnologias atuais e além de alguns nem sequer possuírem crostas rochosas por serem planetas gasosos. Os outros planetas do nosso sistema solar (Mercúrio e Vênus) apresentam temperaturas muito elevadas por estarem muito próximos do Sol, o que não permitiriam a permanência e adaptação com êxito de humanos.

Um dos maiores objetivos desse trabalho é transformar a atmosfera marciana para que se torne mais parecida à da Terra, aquela possui pouco CO_2 em sua composição, enquanto a atmosfera terrestre apresenta muito CO_2, que é um gás que por meio do efeito estufa consegue reter calor por meio dos raios IV, aumentando então a temperatura de Marte e deixando a mais parecida à da Terra que varia entre -60 e 45 graus Celsius (ou 212 e 318 Kelvins) enquanto a do planeta vermelho apresenta temperaturas entre -125 e 22 graus Celsius (148 e 295 Kelvins). Porém como essas condições atmosféricas podem ser modificadas para que ela fique mais próxima com a da Terra?

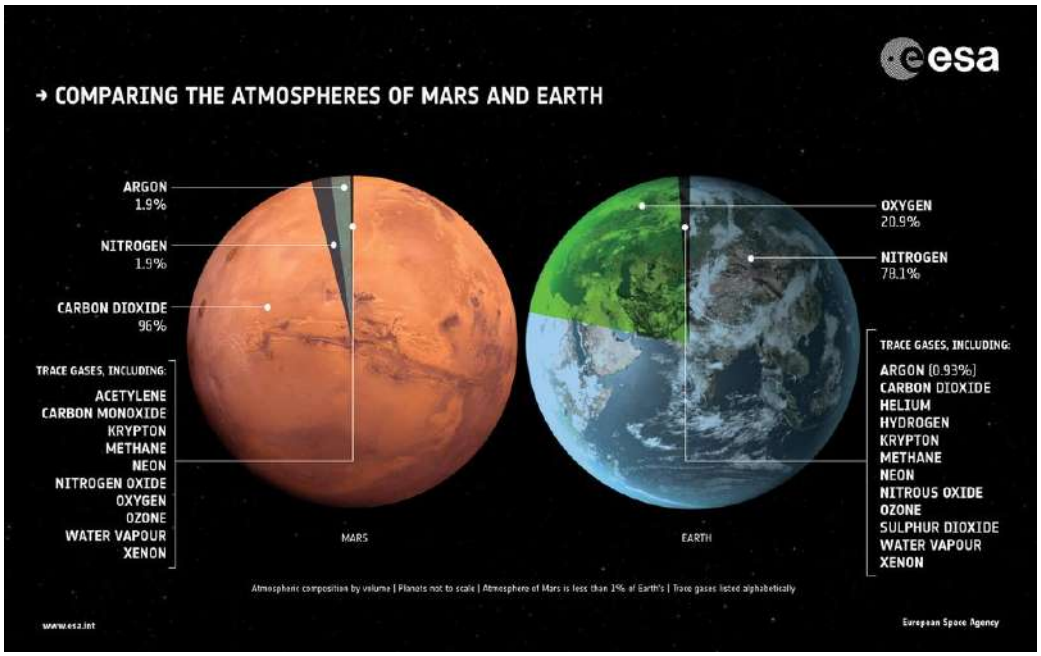


Figura 2: Comparando as atmosferas de Marte e Terra (CASSITA, 2020)

Essa retenção de calor feita pelo dióxido de carbono (CO_2) se deve a propriedades desse gás, como por exemplo o seu calor específico, que é de 37,5 J/(mol x K) em pressão constante, o que indica que é necessário uma baixa quantidade de energia para elevar a temperatura de certo volume de dióxido de carbono. Além disso, deve-se levar em consideração a pressão exercida pelo gás uma vez que o estudo da pressão de uma atmosfera é essencial para seu entendimento. Com isso, é necessário ressaltar que a pressão exercida pelo CO_2 em estado gasoso a 21,1 graus celsius é de 517,97 kPa. A tabela abaixo mostra as principais propriedades físicas do gás carbônico citadas anteriormente.

Propriedades Físicas	
Calor latente de fusão a -56,6ºC; 518 KPa.	7,95 KJ/mol; 43,17 kcal/kg; 180,64 kJ/kg.
Calor latente de sublimação a -78,45ºC e 101,325 KPa.	25,23 kJ/mol; 6,03 kcal/kg; 0,573 kJ/kg.
Calor molar específico, gás a 101,325 kPa e 20ºC pressão constante.	37,564 J/ (mol x K); 0,204 kcal/ (kg x ºC).
Calor molar específico, gás a 101,325 kPa a 20ºC volume constante.	28,541 J/(mol x k); 0,155 kcal/ (kg x ºC).
Condutividade térmica, gás a 101,325 kPa e 26,85ºC.	0,0166 W/ (m x k); 39,6 x 10-6 cal x cm/ (s x cm x ºC).
Densidade absoluta, gás a 101,325 kPa e 0ºC.	1,9770 kg/m^3
Densidade crítica.	0,468 kg/dm^3
Densidade relativa, gás a 101,325 kPa e 0ºC (ar=1).	1,53
Densidade, líquido a 25ºC; 6430 kPa.	0,713 kg/L
Fator crítico de compressibilidade.	0,274
Massa Molecular	44,0095
Ponto de sublimação a 101,325 kPa.	194,7k; -78,4ºC; -109,2ºF.
Pressão crítica.	7381,5 kPa; 73,82 bar; 1070,6 psia; 72,85 atm.

Figura 3: Propriedades físicas do CO2 (GAMA GASES, 2016)

O estudo da pressão é feito com base na relação entre uma certa força aplicada em uma certa área, ou então, considerando outras variáveis como volume, número de mols etc, portanto pode-se calcular a pressão usando, na maioria das vezes, uma das fórmulas a seguir:

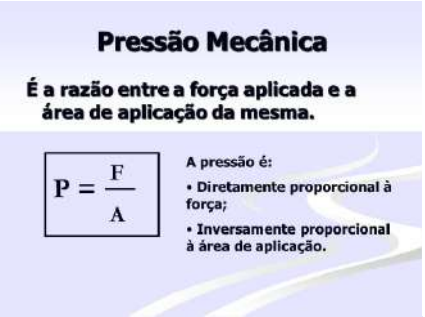


Fig. 4: Pressão mecânica (FORMOSA, 2015)

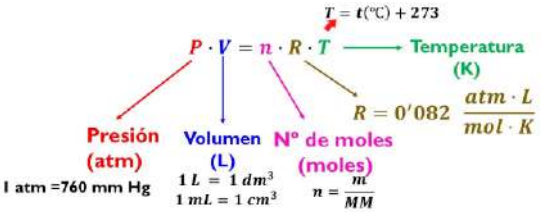


Fig.5: Equação de Clapeyron (FREIRE, 2022)

A importância da pressão no estudo da atmosfera está em um fator essencial para a vida em um planeta, chamada de pressão atmosférica, tem-se que a pressão da atmosfera terrestre é de 101,325 Pascal (1 atm ou de 760 mmHg ao nível do mar), ao mesmo tempo que a atmosfera marciana possui uma pressão variável de 30 Pascal (no topo de um dos montes mais altos do planeta) para 1.155 Pascal (nas maiores depressões) o que aponta para a ideia de que a atmosfera marciana é rarefeita, considerado como outro problema grande para a fixação de humanos no quarto planeta do sistema solar.

Foi também considerada a ideia de que para haver uma maior pressão atmosférica seria necessário um maior volume de gás, sendo ele o gás carbônico ou até mesmo o gás oxigênio, o que levou a consideração de reações entre componentes químicos que levassem a formação de CO_2 ou O_2, sendo elas reações de combustão (imagem a esquerda) e reações de fotossíntese (imagem a direita).

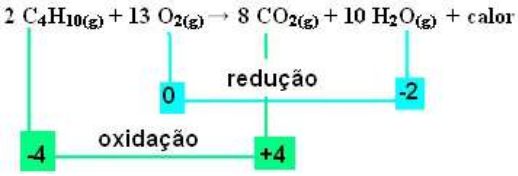


Fig. 6: Reação de combustão (ROCHA, 2022)

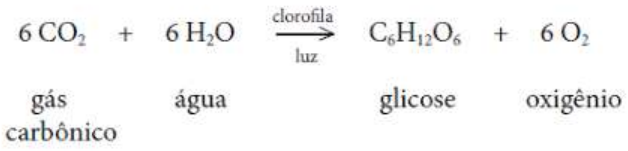


Fig. 7: Reação de fotossíntese (ANDREY, 2022)

As reações de combustão são responsáveis por uma quantidade enorme de CO_2 liberada na atmosfera terrestre devido a queima de componentes como hidrocarbonetos, sendo muitos deles os combustíveis que usamos hoje para os carros e meios de locomoção, o que sugere que em a ideia de veículos movidos a gasolina em Marte pode ser considerada. Além disso, pode e deve-se contar com uma enorme presença de plantas para que haja fotossíntese e transforme todo esse CO_2 liberado nas reações de combustão em O_2 respirável para a espécie humana que não poderá

viver de reservas de gás oxigênio para sempre. A ideia é usar os erros cometidos no planeta Terra a nosso favor para tornar Marte mais adequado.

Portanto, serão realizados experimentos que visam simular as condições da atmosfera marciana e como o CO_2 reagiria a certas mudanças realizadas por nós com o objetivo de perceber os resultados relacionados a temperatura e dando uma grande ênfase a pressão também.

Objetivos

Pergunta geral: como o gás carbônico influencia na temperatura atmosférica?

Objetivo geral: Verificar como a presença de CO_2 influencia a temperatura da atmosfera marciana.

Objetivos específicos:

- Estudar como CO_2 absorve o calor, que causa efeito estufa na Terra.
- Achar componentes químicos que, reagindo entre si, aumentam o nível de CO_2 na atmosfera.
- Descobrir os usos de derivados do gás metano (CH_4), como Clorometano (CH3Cl), Fluorometano (CH_3F), Iodometano (CH_3I), Bromometano (CH_3Br).

Para estudar a influência do CO_2 na atmosfera, foram feitos dois experimentos, um preliminar e um final, sendo eles:

Materiais e Método

EXPERIMENTO 1:

Materiais do experimento:

- 1 bexiga de plástico (bexiga de festa)
- Vinagre de cozinha
- Bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$)
- Fita adesiva
- Bacia de plástico
- Grande recipiente com água
- Proveta com uma saída
- Rolha com um furo (que consiga tampar a proveta)
- Seringa 4x

- Tubo que ligue a bexiga com a proveta

1. Colocar, dentro da proveta, a quantidade fixa de bicarbonato de sódio e ligar o tubo que passará os gases da reação para a bexiga que precisa estar conectada e lacrada com o fim do tubo.
2. Fechar a proveta com a rolha que possui o furo em suas extremidades.
3. Encher o recipient de água até o seu limite e colocar ele dentro da bacia de plástico.
4. Usar a seringa para medir a quantidade de vinagre referente ao primeiro, segundo, terceiro e quarto nível, retirando todo o ar de dentro da serginga.
5. Ligar a ponta de seringa com a extremidade furada da rolha, e aplicar todo o vinagre da seringa dentro da proveta com bicarbonato de sódio e deixar a reação ocorrer, sem deixar sair o ar da reação, usando a seringa para tampar a extremidade da rolha. Caso queira, pode remover a seringa porém é necessário tampar a rolha rapidamente para que o ar da reação não seja perdido.
6. Colocar a bexiga cheia de gás carbônico INTEIRAMENTE dentro do recipiente com água e deixar a quantidade de água escorrer até a bacia.
7. Medir a aquantidade de água derramada na bacia usando um erlenmeyer, o que condiz com a quantidade de CO2 gerada.

Dado: A reação ocorrida no experimento se dá por:

$$NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow C_2H_3NaO_2 + H_2O + \underline{\mathbf{CO_2}}$$

Experimento 2:

Foi também realizado um segundo experimento com o objetivo de obter resultados mais precisos e próximos do objetivo geral do projeto, ou seja, medir com mais precisão a influência do CO_2 no aquecimento de um ambiente.

Materiais:

- Lâmpada infravermelho
- 2 kitassatos acoplados entre si com uma mangueira
- Termômetro ligado ao computador
- Vinagre
- Bicarbonato de sódio
- Rolha

Procedimentos: Foram colocados 10 gramas de bicarbonato de sódio em um dos kitassatos, em seguido com um funil foi colocado o vinagre no mesmo recipiente.

Dessa maneira todo o CO_2 produzido pela reação foi para o kitassato que não tinha sido colocado nada. Em seguida colocamos o termômetro no recipiente com CO_2 enquanto estava sendo iluminado pela lâmpada de infra-vermelho.

Níveis:

- Controle: Ar sem reação
- Nível 1: Foram usados 5 ml de vinagre e 10 gramas de bicarbonato.
- Nível 2: Foram usados 15 ml de vinagre e 10 gramas de bicarbonato.
- Nível 3: Foram usados 40 ml de vinagre e 10 gramas de bicarbonato.

Obs: em todos os níveis o tempo de exposição a luz foi de 4 minutos

Resultados e Discussão

Resultados do experimento 1: No experimento foram realizados 4 níveis, com a mesma quantidade de bicarbonato de sódio (21g), porém com quatro quantidades diferentes, sendo elas 20ml, 40ml, 60ml e 80ml. Após realizar os experimentos, foram obtidos os quatro resultados diferentes, da quantidade de CO_2, em mL, sendo eles respectivamente: 55, 180, 975 e 1160.

Nível	Massa de $NaHCO_3$ (g) e volume de Vinagre (mL)	Volume de CO_2 (mL)
1	21 e 20	55
2	21 e 40	180
3	21 e 60	975
4	21 e 80	1160

Discussão do experimento 1: foi possível observar que quanto maior o volume de vinagre utilizado na reação maior foi o volume de gás carbônico produzido.

*Para realizar esse experimento, outros dois grupos trabalharam com o nosso, uma vez que eles tinham objetivos parecidos com os nossos, e portanto, colaboraram para a pesquisa. *

Resultados do experimento 2: Após terem sido realizados os 4 níveis do experimento, observou-se que no controle a variação de temperatura foi de 6,1 graus, no nível 1 a variação foi de 9,2 graus, no nível 2 foi de 10 graus e no terceiro e ultimo nível foi de 10,8. Com relação ao tempo necessario para voltar à *temperatura inicial, foram eles, respectivamente, aos 4 níveis, cerca de: 540, 600, 960 e 1020 segundos.

**Temperatura inicial: Em cada nível a medição começou em diferentes temperaturas, porém a variação foi proporcionalmente maior em cada nível, como mostrado na tabela.*

Nível	**Massa de $NaHCO_3$ (g) e volume de vinagre (mL)**	**Variação (aumento) de temperatura (ºC) em 4 minutos**	**Intervalo de tempo (segundos) para voltar à temperatura inicial (diminuição)**
Controle	0 e 0	6,1	540
1	10 e 5	9,2	600
2	10 e 15	10,0	960
3	10 e 40	10,8	1020

Discussão do experimento 2: Esperava-se que se a quantidade de gás carbônico fosse maior, então a variação de temperatura seria maior também, e consequentemente, o tempo necessário para voltar à temperatura inicial seria proporcionalmente maior. Todas essas hipóteses casaram com os resultados obtidos nos experimentos, o que fortaleceu a teoria proposta pelo projeto. Além disso, pode-se apontar que o dióxido de carbono aparenta ter uma capacidade de absorver, segurar ou manter o calor, na medida em que quanto maior a quantidade de CO_2, maior o tempo necessário para voltar à temperatura inicial, indicando que esse calor possa ter sido retido nessas moléculas.

Conclusão

Após o grupo preparar suas hipóteses e testá-las nos experimentos para tirar os resultados, o grupo chegou a conclusão de que o gás carbônico faz sim um ambiente esquentar mais comparado a um ambiente com menos gás carbônico, tendo em vista que ambos ambientes estiveram sujeitos ao calor durante um mesmo período de tempo, o que portanto, indica que quanto maior a presença de gás carbônico na atmosfera terrestre ou marciana, maior seria a temperatura dentro do planeta.

Chegou-se a conclusão também de que o gás carbônico possui uma grande afinidade para segurar uma temperatura, uma vez que quanto mais dióxido de carbono há no ambiente, mais tempo demorava para tal ambiente voltar para sua temperatura natural. Isso fez o grupo chegar a conclusão de que outra maneira de esquentar a atmosfera do planeta vermelho seria o simples fato de deixar o gás na

atmosfera, uma vez que ele iria segurar o calor erradiado pelo sol, exatamente como o efeito estufa na Terra, em outras palavras, a solução é gerar um possível efeito estufa em Marte.

O grupo também achou um simulador que demonstra a reação do gás carbônico quando exposto a uma fonte infravermelha, exatamente, como feito no experimento. Isso fez o grupo, finalmente, concluir que a absorção de calor vem de tais vibrações do CO_2, que quando excitado port al frequência, emite o calor observado no experimento.

Simulador:https://phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light_pt_BR.html

Referências

- Figura 1: SIQUEIRA, G. D. **[SUSTENTABILIDADE] AUMENTO DO EFEITO ESTUFA**. Disponível em: https://irradiandoluz.com.br/2009/10/aumento-do-efeito-estufa.html. Acesso em: 15/10/09.
- Figura 2: Não foram achados dados mais especificos, apenas o site https://ichi.pro/pt/como-podemos-terraformar-marte-33317944898184
- Figura 3: **PROPRIEDADES FÍSICAS DO CO2.** Disponível em: http://www.gamagases.com.br/propriedades-dos-gases-dioxido-de-carbono.html#:~:text=%C3%80%20temperatura%20ambiente%20e%20press%C3%A3o,%C3%A9%20altamente%20sol%C3%BAvel%20em%20%C3%A1gua. Acesso em: 2016.
- Figura 4: FORMOSA, G. **Pressões: Mecânica, Hidrostática, Atmosférica e Absoluta.** Disponível em: https://slideplayer.com.br/slide/3518800/. Acesso em: 2015
- Figura 5: FREIRE, I. **PV=NRT.** Disponível em: https://www.passeidireto.com/arquivo/87734640/pv-n-rt. Acesso em: 2022.
- Figura 6: FOGACA, J, R, G. **COMBUSTÃO COMPLETA E INCOMPLETA.** Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/combustao-completa-incompleta.htm. Acesso em: 2022.
- Figura 7: ANDREY, J. **JUSTIÇA SEJA FEITA.** Disponível em: https://www.riaeduca.org/o-nadp-na-fotossintese. Acesso em: 2022.
- Parágrafo 1: VEYRET, Yvette**. DERRETIMENTO DAS CALOTAS POLARES**. Disponível em: https://www.suapesquisa.com/geografia/derretimento_calotas_polares.htm. Acesso em: 2012.

Será o metano o fim para um novo começo?

Domenica Fiorentini Cascino, Enzo Fagarazzi Pellegrini, Gabriel Kenji Cruzato, Pedro Henrique Shinzato Vieira
Professora orientadora: Lílian Siqueira
Colégio Bandeirantes

Resumo

Este estudo foi focado principalmente na exploração das propriedades de retenção de calor do metano gás. Um dos principais objetivos era ver se poderia tornar a vida e a eventual colonização de Marte possível mantendo a temperatura geral dentro da compatível com a vida. Quatro diferentes experimentos foram feitos. Consistiam no aquecimento de uma mistura de CaO, NaOH e CH_3COONa, causando uma série de reações químicas que resultaram na produção de metano. O gás foi posteriormente armazenado em um tubo e testado. Como parte do teste, o recipiente foi aquecido por um infravermelho leve por cerca de dez minutos e resfriado naturalmente por cinco, tendo sua temperatura interna registrada por um termômetro. A questão era ver se o metano poderia reter o calor adquirido e, para ter certeza de que nada deu errado, um experimento de controle foi configurado, excluindo todas as variáveis e utilizando oxigênio em vez de gás metano. O quarto experimento descobriu que um metano preenchido ambiente aumenta de temperatura com bastante facilidade se comparado a um oxigênio, mas tende a perder parte desse calor a uma taxa constante (a temperatura ainda está acima da sala). Por enquanto de fato, sendo significativamente melhor que o oxigênio quando se trata de armazenar calor, não é tão promissor como se pensava inicialmente.

Palavras-chave: Experimento; metano; atmosfera; retenção de calor; Marte

Abstract

This study was primarily focused on exploiting the heat-retaining properties of methane gas. One of the main objectives was to see if it could make life and the eventual

colonization of Mars possible by keeping the overall temperature within the life-compatible one. Four different experiments were done. They consisted on heating up a mixture of CaO, NaOH and CH_3COONa, causing a series of chemical reactions that resulted in the production of methane. The gas was later stored in a tube and tested. As a part of the testing, the recipient was heated by an infrared light for about ten minutes and cooled naturally for five, while having its internal temperature recorded by a thermometer. The point was to see if methane could retain the acquired heat and, to make sure nothing went wrong, a control experiment was set up, excluding all variables and utilizing oxygen instead of methane gas. The fourth experiment found that a methane filled environment increases in temperature rather easily if compared to an oxygen one but tends to lose part of this warmth at a constant rate (temperature is still above the room one). So, while indeed being significantly better than oxygen when it comes to storing heat, it is not as promising as initially thought.

Keywords: Experiment; methane; atmosphere; retain heat; Mars.

Introdução

Devido ao crescimento populacional desenfreado, principalmente a partir das revoluções industriais do Século XVIII, houve uma intensificação dos níveis de Dióxido de Carbono (CO_2) na atmosfera terrestre, levando a um aumento significativo da temperatura. Não só isso, mas o consumo e desgaste exagerado dos recursos naturais do planeta eventualmente poderá levar ao colapso da vida na Terra.

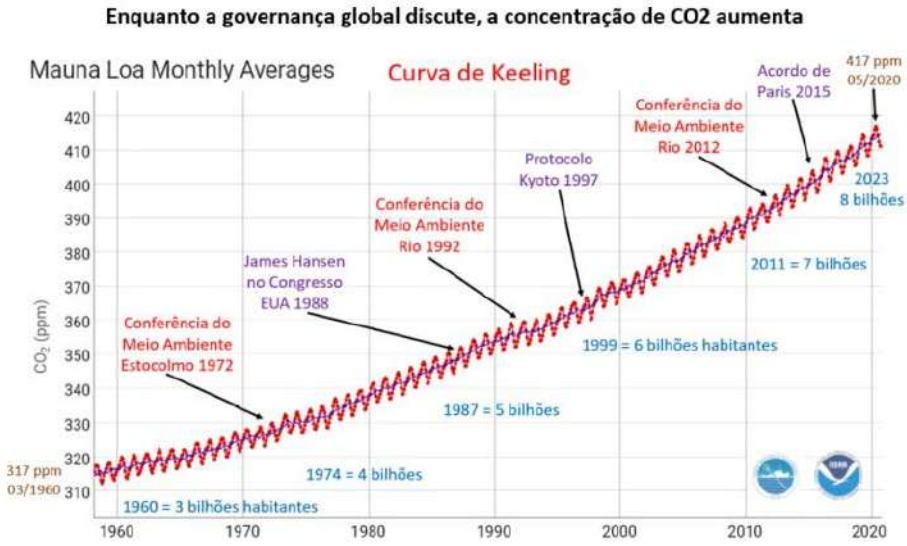


Figura 1 - Gráfico que mostra o aumento de concentração de CO_2 na atmosfera

Estados Unidos e União Soviética, a partir da Guerra Fria, deram início a Corrida Espacial para ver quem chegaria primeiro na Lua. Tudo começou com o lançamento de satélites por ambos os lados. Em seguida, animais começaram a ir ao espaço, sendo a cadela russa Laika o primeiro animal a ser colocado em uma nave espacial. Finalmente, o homem saiu da Terra e em 20 de julho de 1969, Neil Armstrong, na missão Apollo 11 dos Estados Unidos, chegou à Lua. Foi a partir daí que o homem começou a explorar o espaço e lugares diferentes da Terra para povoar. O próximo objetivo seria alcançar Marte. “Desde o ano de 1964, quando a sonda espacial Mariner 4 (Estados Unidos) enviou as primeiras imagens detalhadas da superfície de Marte, o Planeta Vermelho tem atraído a atenção e curiosidade da comunidade científica de vários países.” (MOMBELLI, 2016) mas devido à longuíssima distância se comparada ao satélite natural da Terra e a falta de tecnologia necessária, era praticamente, se não certamente impossível concluir tal meta.

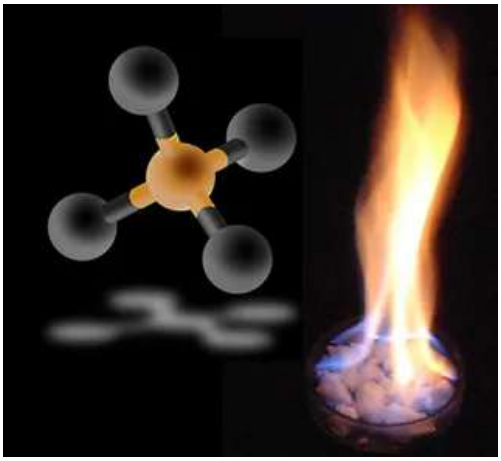
Com isso em mente, uma das possíveis soluções para a preservação da espécie humana seria a exploração e consequentemente a colonização de Marte. Porém, existem algumas dificuldades a serem superadas em tal projeto. A principal delas é a atmosfera, que é muito rarefeita e composta principalmente por CO_2 (95,32%), N_2 (2,7%), Ar (1,6%), O_2 (0,13%) e CO (0,08%). “A atmosfera marciana é rarefeita e bastante empoeirada, dando ao céu marciano uma cor amarelada quando vista da superfície; dados da Mars Exploration Rovers indicam que partículas suspensas possuem aproximadamente 1.5 micrômetros [6]. A atmosfera de Marte é formada principalmente de CO_2, contendo ainda outros compostos.” (PILLING, 2015?)

O efeito estufa na Terra é composto por vários gases, sendo os mais abundantes o Gás Metano e o Dióxido de Carbono. “Já vimos que o efeito estufa é um processo natural que ocorre numa atmosfera planetária devido à presença de determinados gases, os chamados gases de efeito estufa. Historicamente as primeiras especulações sobre o efeito estufa da Terra remetem ao trabalho de Fourier que, em um artigo de 1824 apresentado a Académie Royale des Sciences em Paris, especulou que a atmosfera teria um papel a desempenhar na determinação da temperatura planetária. Ele escreveu [...]“a temperatura (da Terra) pode ser aumentada pela interposição da atmosfera, porque o calor no estado de luz encontra menos resistência em penetrar o ar, do que em repassar pelo ar quando convertido em calor não luminoso” (Fourier, 1824 apud Fleming, 1998, p. 61)8.” (JUNGES et al.,

2018). O primeiro, se inalado impropriamente, é tóxico ao ser humano, e por isso, se for colocado na atmosfera de Marte em excesso e perto do solo, onde as pessoas respiram não será possível tornar o planeta habitável. “Em Marte, a atmosfera é rarefeita e tóxica para a maior parte da vida terrestre, conforme explica Laura Kerber, pesquisadora do Laboratório de Propulsão a Jato e uma das autoras do estudo. Por isso, qualquer estrutura que sirva de habitação por lá precisa ser hermética.” (CAVALCANTE, 2019). Contudo, é necessário adicioná-lo para poder aumentar a temperatura. Por isso, talvez fosse importante fazer uma redoma que separasse a área habitável do gás.

É perceptível a ausência do gás metano entre esses principais gases, o que dificulta bastante o seu aquecimento a temperaturas suportáveis pela espécie humana. “Traços de metano, a um nível de algumas partes por bilhão, foram inicialmente descobertos por uma equipe do NASA Goddard Space Flight Center em 2003. Em março de 2004 a Mars Express Orbiter e observações do Canada-France-Hawaii Telescope também sugeriram a presença de metano na atmosfera marciana, com uma concentração de aproximadamente 10 ppb por volume.” (PILING, 2015?).

E então surge a ideia do projeto de simular o aumento dos níveis de gás metano na estratosfera marciana. Para realizar tal feito, é primeiramente necessário encontrar maneiras de se obter tal substância no estado gasoso e posteriormente produzi-lo em massa. A principal reação química para obter esse gás é uma mistura de óxido de cálcio, acetato de sódio e hidróxido de sódio.



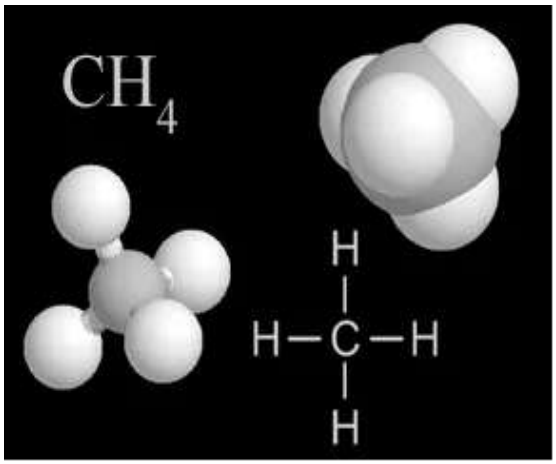


Figura 2 – Molécula de gás metano e sua reação de combustão

Figura 3 – Estrutura molecular do gás metano e sua fórmula molecular

Apesar de escassa, existe uma quantidade de metano que pode ser encontrada na superfície de Marte. Tendo isso em vista, a exploração dessa substância, já presente no planeta será importante para investigar a relação da presença desse gás e sua temperatura em um sistema. Contudo, o efeito estufa será mais eficaz e mais rápido de ser alcançado.

É um fato que o metano é responsável pelo aquecimento da atmosfera da Terra, porém não sabemos se sua reação provocaria o mesmo efeito em Marte. Tendo essas considerações, este projeto se dedica a investigar se o gás metano pode ter influência na temperatura do ar, e então chegou-se à pergunta de pesquisa: a presença de gás metano pode aumentar e manter a temperatura de um sistema?

Objetivos

Objetivo Geral:

- Investigar a relação entre a presença do gás metano em um sistema fechado e a sua temperatura.

Objetivos Específicos:

- Estudar a composição gasosa da atmosfera de Marte;
- Realizar uma reação química para a produção do gás metano;
- Recolher o gás metano em sistema fechado e analisar a variação de temperatura do sistema;
- Pesquisar as reservas de metano da superfície de Marte;
- Encontrar maneiras para aumentar a quantidade de metano em uma réplica da atmosfera de Marte.

Materiais e Método

Materiais:

- Um tubo de ensaio
- Um maçarico
- Um sensor de temperatura
- 4 palitos de fósforo

- Maior quantidade possível de acetato de sódio, óxido de cálcio e hidróxido de sódio

Método:

Num teste inicial, todos os reagentes necessários para formar gás metano foram colocados em um tubo de ensaio e foram aquecidos com um maçarico, e ao mesmo tempo um fósforo foi colocado no topo do tubo de ensaio. Quando os reagentes começaram a derreter, se fundir e logo depois evaporar, caso gás metano estivesse realmente sendo produzido, o fósforo iria acender, comprovando o sucesso deste experimento inicial. Depois, repetindo-se o procedimento para produção do gás (sem a parte dos fósforos), o metano foi recolhido em um erlenmeyer, onde posteriormente uma luz o aqueceu por um período e depois foi desligada, para ver se o gás metano é capaz de manter a temperatura do sistema estável. Um grupo controle com apenas gases ambientes passou pelo mesmo processo de aquecimento para comparações.

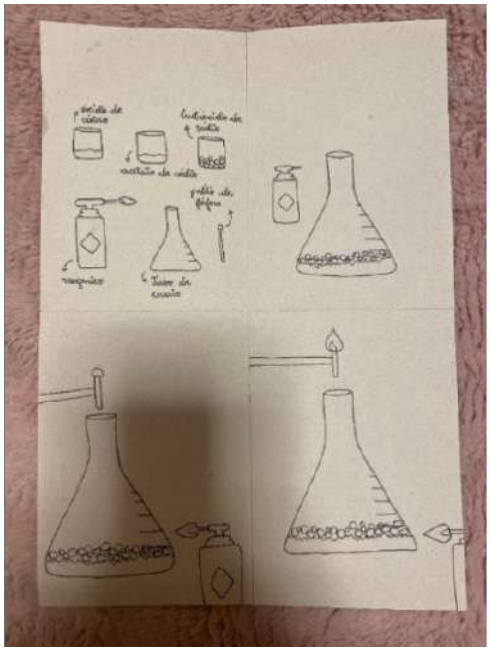


Figura 4 – Imagem ilustrativa do experimento inicial

Resultados e Discussão

Experimento 1 (22/06/2022)

Hipótese: Se os reagentes forem misturados e aquecidos, então haverá a formação de gás metano.

Passos do experimento:

Primeiramente o NaOH, $NaCH_3COO$ e CaO foram misturados em um almofariz. Após isso, os reagentes foram colocados em um tubo de ensaio e aquecidos por um maçarico. Nenhuma temperatura foi medida ou tempo controlado, pois o objetivo deste teste era testar a combustão do gás formado.

Resultados:

O fósforo foi aceso.

Análise:

Houve a formação de um gás inflamável, e pela reação química, o possível era o metano.

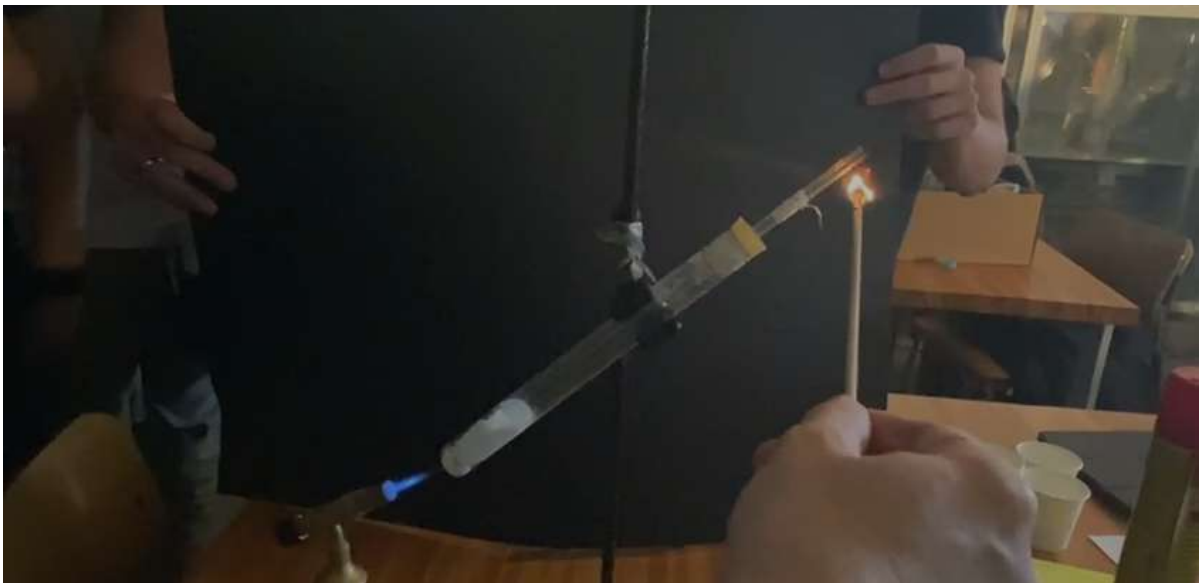


Figura 5 - Fósforo acendendo quando os reagentes são aquecidos

Próximos passos:

Depois do experimento 1, os outros testes foram controlados, como os aspectos de tempo, temperatura que o metano começou a ser formado e a quantidade dos reagentes.

Experimento 2 (17/08/2022)

Hipótese: Se o metano for capaz de reter e aumentar a temperatura de um sistema, então depois de este ser aquecido com uma luz infravermelha deve apresentar uma temperatura maior do que o grupo controle.

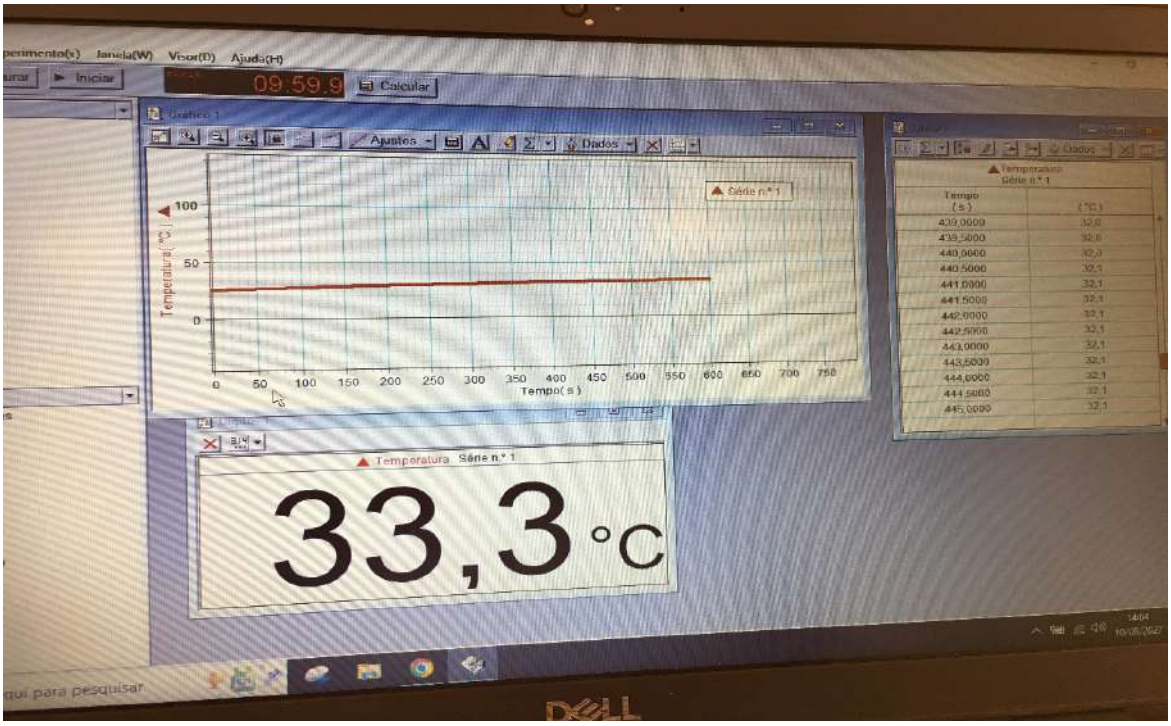


Figura 6 – Gráfico mostrando a temperatura em função do tempo do sistema com metano

Passos do experimento:

Assim como no experimento 1, os reagentes do gás metano foram misturados e amassados em um almofariz com um pistilo. Em seguida, foram colocados em um tubo de ensaio pirex e aquecidos novamente com um maçarico. Porém, dessa vez, visto que já foi comprovada a existência do gás metano, no lugar do fósforo foi colocado um Erlenmeyer onde o gás metano foi armazenado.

A temperatura interna do erlenmeyer foi medida por um termômetro digital, onde em um computador a temperatura foi mostrada ao longo do tempo. Colocada a uma distância de 40cm, a luz aqueceu o sistema por 10 minutos consecutivos, sem nenhum descanso. Depois, o Erlenmeyer foi lavado e o processo foi repetido para o grupo controle.

Resultados:

- Sistema com metano: Temperatura inicial: 24,8ºC Temperatura Final: 33,3ºC

ΔT = 8,5ºC

- Grupo controle: Temperatura Inicial: 23,2ºC Temperatura Final: 32,5ºC

ΔT = 9,3ºC

Análise:

O experimento gerou um resultado inconclusivo, visto que a variação de temperatura foi maior no grupo controle, dando a entender que seu aquecimento foi maior. Por outro lado, por ter um menor **Δ**T, o sistema com metano pode indicar ser capaz de conseguir manter sua temperatura mais estável e, portanto, mais difícil de alterá-la.

Figura 7 – Reagentes para formação do metano

Experimento 3 (19/08/2022)

Hipótese: Se a temperatura do metano for contínua, então o grupo controle apresentará uma temperatura menor do que a do CH_4.

Passos do experimento:

Os mesmos passos do experimento 2. Só que dessa vez o erlenmeyer foi colocado em descanso por 5 minutos (totalizando 15 minutos, 10 de aquecimento e 5 de descanso) para testar se o metano era ao menos capaz de manter a temperatura do

sistema estável. Dois testes foram feitos, um para o sistema do CH_4 e um grupo controle apenas com gases ambientes

Resultados:

- Sistema com metano: Temperatura Inicial: 28,8ºC Temperatura após o aquecimento: 32,3ºC **Δ**T = 3,5ºC Temperatura após descanso: 26,8ºC **Δ**T = -5,5ºC
- Grupo controle: Temperatura Inicial: 20,7ºC Temperatura após aquecimento: 32,3ºC **Δ**T = 11,6ºC Temperatura após descanso: 26,8ºC **Δ**T = -5,5ºC

Análise:

Mais uma vez os resultados deixaram dúvidas, visto que existe uma variação muito grande entre ambas as temperaturas iniciais, portanto, ainda é inconclusivo.

Experimento 4 (31/08/2022):

Hipótese: Se a temperatura do metano for contínua, então o grupo controle apresentará uma temperatura menor do que a do CH_4.

Passos do experimento:

Dessa vez, o aquecimento foi iniciado primeiramente com o grupo controle e depois com o sistema com metano, invertendo a ordem que vinha sendo repetida nos experimentos anteriores. O objetivo dessa troca foi tentar evitar aquela variação brusca de temperatura. O processo para formação e aquecimento do metano continuou igual.

Resultados:

- Sistema com metano: Temperatura Inicial: 22,5ºC Temperatura após aquecimento: 30,0ºC Temperatura após descanso: 26,1ºC
- Grupo controle: Temperatura Inicial: 23,9ºC Temperatura após aquecimento: 26,5ºC Temperatura após descanso: 24,3ºC

Análise:

O metano é capaz de aquecer seu sistema a uma maior temperatura quando comparado aos gases do meio ambiente do grupo controle. Por outro lado, sua temperatura foi mais volátil no período de descanso, indicando que talvez este não seja o gás ideal para conseguir manter a temperatura de um sistema constante e estável.

Conclusão

Depois de analisar os dados e resultados dos experimentos, foi possível concluir que o gás metano é capaz de deixar a temperatura do sistema mais elevada do que os gases do ambiente quando aquecidos por uma luz infravermelha. Por outro lado, o CH_4 se mostrou mais volátil, visto que após o aquecimento sua temperatura abaixou mais do que o grupo controle. Isso é majoritariamente negativo, porém com um aspecto positivo para a colonização de Marte. O lado bom é que se colocado o gás em questão na atmosfera marciana, sua temperatura seria elevada rapidamente para o que seria habitável. No entanto, o planeta rapidamente se resfriaria, visto a pouca capacidade do metano de reter o calor, impedindo a colonização humana no longo prazo.

Referências

Texto

- CAVALCANTE, D. **Cientistas descobrem como tornar Marte habitável para os seres humanos.** Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=&url=https://canaltech.com.br/amp/espaco/cientistas-descobrem-como-tornar-marte-habitavel-para-seres-humanos-146061/&ved=2ahUKEwiP4dzkiMv2AhXQH7kGHVmOCsYQFnoECDYQAQ&usg=AOvVaw00gg3WKnKqw80J5mlnDLIr> Acessado em: 15/03/2022
- JUNGES, A.; MASSONI, N.; SANTOS V. **EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL A PARTIR DA FÍSICA PARA EDUCAÇÃO BÁSICA.** Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/194261/001085731.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acessado em: 16/03/2022
- MOMBELLI, P. **ESPECTROSCOPIA DA ATMOSFERA DE MARTE: EM BUSCA DO METANO NA REGIÃO DA CRATERA DE GALE**. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/bitstream/riu/1427/1/Espectroscopia%20da%20atmosfera%20de%20Marte%20em%20busca%20do%20metano%20na%20regi%C3%A3o%20da%20cratera%20de%20Gale.pdf> Acessado em: 16/03/22

- PILLING, S. **A química de atmosferas Planetárias**. Disponível em: <https://www1.univap.br/spilling/AQ/Aula%2012%20-%20A%20quimica%20de%20atmosferas%20Planetarias.pdf> Acessado em: 16/03/2022

Figuras:

- Imagem 1 – **Eco debate** - Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2021/01/06/concentracao-de-co2-bate-recorde-em-2020-mesmo-com-pandemia/> Acessado em 16/03/2022
- Imagens 2 e 3 – **Brasil Escola** - Disponível em: <https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/obtencao-metano.htm> Acessado em: 16/03/2022
- Imagem 4, 5, 6 e 7 – Feita pelos autores

Manipulação da temperatura da atmosfera a partir de gás carbônico

Enzo Savino, Fernando Ienaga, Gael Barros, Giovani Nigro e João Tavares
Professora orientadora: Marta Rabello
Colégio Bandeirantes

Resumo

Poluição na Terra é um grande problema, que vem se agravando cada vez mais devido aos gases de efeito estufa, diminuindo a possibilidade de perda de calor, consequentemente aumentando a temperatura. Portanto, este estudo se debruça sobre a possibilidade de manipular as concentrações de dióxido de carbono para aplicar em pequenas escalas e eventualmente em casos globais, verificando mudanças na temperatura. Além disso, o uso deste artigo em maior escala foi uma hipótese baseada na possibilidade de controlar a temperatura em Marte com dióxido de carbono. Aprofundando o experimento, ele foi feito com o objetivo de medir a produção de CO2 através de uma reação de bicarbonato de sódio e vinagre, e então os resultados foram calculados por uma proveta conectada a um computador para marcar o aumento da temperatura e duração da reação em relação ao volume do gás. Além disso, uma lâmpada, que ficou a 35 cm de distância do kitassato, foi usada para simular o sol em relação aos gases de efeito estufa. Os resultados do experimento não coincidiram com o esperado. A temperatura supostamente aumentaria mais rápido com mais CO2, mas ao invés disso foi possível analisar que a principal diferença era sua velocidade de resfriamento, que diminuía com concentrações maiores quando as temperaturas iniciais eram trazidas para o mesmo nível. Em conclusão, após todos os experimentos, foi possível observar que o CO2 retém mais o calor quando abundante em um ambiente, devido a vibrações semelhantes às das luzes infravermelhas, embora outras conclusões não possam ser determinadas.

Palavras-chave: CO2; manipulação de temperatura; experimento científico; atmosfera.

Abstract

Pollution on Earth is a huge problem, which is getting increasingly worse due to greenhouse gases, decreasing the possibility of losing heat, thus increasing the temperature. Therefore, this study pores over the possibility of manipulating the carbon dioxide concentrations in order to apply in small scales and eventually in global situations, seeing if there are any changes in the temperature. In addition, the use of this article on a bigger scale was a hypothesis based on the possibility of controlling the temperature in Mars with carbon dioxide. Delving deeper into the experiment, it was made with the purpose to measure the production of CO2 through a reaction of sodium bicarbonate and vinegar, and then the results were calculated by a measuring cylinder connected to a computer to mark the increase of the temperature and duration of the reaction parallel to gas' volume. Furthermore, a lamp was used to simulate the sun in correlation with the greenhouse gases, which stayed 35 cm apart from the kitasato. The experiment's results were not quite expected. The temperature would supposedly increase faster with more CO2, but instead it was possible to analyze that the main difference was its cooling speed, which decreased with higher concentrations when the starting temperatures were brought to the same level. In conclusion, after all the experiments, it was possible to observe that CO2 retains the heat more when abundant in an environment, because of similar vibrations to Infrared lights, although other results couldn't be determined.

Keywords: CO2; temperature manipulation; scientific experiment; atmosphere.

Introdução

Desde o início da revolução industrial, no século XVIII, a emissão de CO_2 de máquinas a vapor tem sido cada vez mais potentes, evoluindo para usinas e vários automóveis que emitem uma grande quantidade de CO_2 para a atmosfera, contribuindo para o aumento do efeito estufa.

O aumento do efeito estufa tem crescido de forma exponencial ao longo dos anos em relação ao período antes da revolução industrial, e tem causado vários desastres naturais e consequências para o meio ambiente, por exemplo, derretimento

das geleiras, aumento da temperatura global, verões muito quentes e invernos mais frios que dos outros anos.

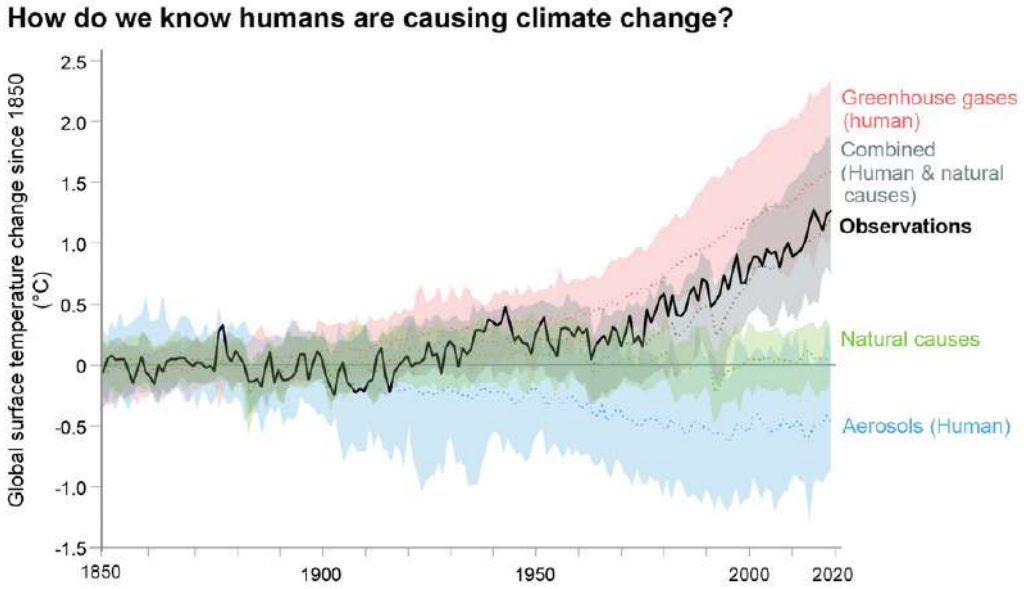


Imagem 1: Aumento de efeito estufa nos últimos 170 anos, IPCC

Com a preocupação na escassez de recursos naturais da Terra, a possibilidade de colonizar outros planetas vem se tornando cada vez maior, sendo o planeta vermelho, Marte, a principal opção, por conter componentes essenciais à vida humana. Marte possui diferenças importantes, em relação com a Terra, a serem levadas em consideração, como a gravidade, a alta exposição à radiação e temperaturas. Em 1961 o astrofísico Carl Sagan publicou um artigo sobre a possibilidade de aplicação de engenharia planetária para reduzir o efeito estufa da atmosfera de Vênus até níveis que viabilizem a colonização pelo ser humano, indicando que a Biosfera de um planeta pode ser modificada, apresentando assim ao mundo o conceito de Terraformação, pela primeira vez, com fundamentação científica (GONÇALVES, A.; DIAS, B., 2021).

Imagem 2: processo de Terraformação

A ideia de viajar para Marte e colonizar o planeta pelos humanos tem sido cada vez mais cogitada por especialistas de meio ambiente e cientistas, porém um dos maiores problemas para acontecer a colonização é a sua temperatura, sendo inóspita para o ser humano viver.

Este projeto pretende estudar as mudanças na atmosfera e no clima de Marte com foco no CO_2. O principal objetivo seria a possibilidade de tornar o planeta habitável por meio da manipulação de CO_2 da atmosfera. Esse tema foi escolhido, porque apesar de possuir bastante informação acumulada, não há uma aplicação direta dela em relação à manipulação da atmosfera (considerando os compostos presentes em Marte).

Para esse complexo processo de terraformação ser realizado precisamos realizar tarefas que exigem tempo para serem concluídas, como modificar a temperatura média de Marte, reduzir a grande quantidade de radiação solar e aumentar a massa atmosférica do planeta. Um dos grandes problemas é a necessidade da atmosfera terrestre, a qual conta com a presença de gases, como nitrogênio e hidrogênio, além do oxigênio, para permitir a criação de uma hidrosfera. Mais dois processos importantes são o aumento da pressão atmosférica e a quantidade de CO2. Umidade da superfície marciana, como também água líquida em abundância, podendo ser retirada de reservas naturais, mesmo não sendo uma tarefa

fácil de se realizar, são essenciais para podermos nos estabelecer no planeta (GONÇALVES, A.; DIAS, B., 2021).

É crucial levar em consideração também a existência de geleiras nos polos marcianos, contendo uma quantidade exorbitante de água em estado sólido. Contudo, esse gelo não é puro, pois ele possui uma alta concentração de CO2. Existem períodos em que esse gelo é acumulado e períodos em que a maioria está na atmosfera (juntamente do CO2) resultando em uma maior densidade atmosférica (HENDRIX, A. R., *et al*, 2007).

Essa diferença drástica na composição do solo e na atmosfera se dá por conta das intensas atividades vulcânicas e das interações de atmosfera-superfície. Elas consistem na oxidação de materiais no solo pelos gases da atmosfera, essas interações dependem na altitude em que esses gases se encontram em relação ao material. A composição do solo e da atmosfera revelam um passado remoto do planeta em que houveram processos químicos envolvendo água em seu estado líquido e na superfície (ZOLOTOV, M. Yu., 2007).

Imagem 3: vulcão em Marte.

Aproximadamente 95% da atmosfera de Marte é composta por dióxido de carbono (CO_2) e é muito fina em relação à terrestre, mas isso não impede o planeta sofrer diversas mudanças por conta do vento, formando dunas, terrenos erodidos e tempestades intensas de areia. Marte possui uma grande quantidade de CO_2 (além dos que já estão inclusos nos ciclos climáticos e atmosféricos de Marte) (WALTER, M. R., *et al.*, 2005).

O efeito estufa é um fenômeno natural que retém calor irradiado dentro da atmosfera do planeta, ou seja, a interação da radiação do sol com os gases presentes impede que boa parte do calor retorne ao espaço. O efeito funciona como uma barreira, impedindo que uma parte da radiação entre, mas também impedindo que outra parte saia, retendo-a perto da superfície, esquentando repetidamente. Isso também diminui a variação de temperatura, pois enquanto o sol não ilumina uma parte diretamente, a radiação dentro da atmosfera pode esquentar os habitantes da Terra (SOUSA, R.).

No caso da Terra, em seus primórdios ela sofreu diversas reações químicas que formaram a atmosfera terrestre contendo oxigênio, mas atualmente, com a industrialização, as reações químicas contendo a liberação de CO_2 resultaram no aumento considerável do efeito estufa, deixando-o prejudicial ao meio ambiente e gerando o aquecimento global.

A atmosfera do planeta Terra é composta por vários gases que regulam o efeito estufa de forma natural sem a interferência dos seres humanos. Dentre os agentes do efeito, que ajudam na manutenção da vida do planeta, um dos principais é o gás carbônico (CO_2), juntamente com outros como clorofluorcarboneto (CFC), ozônio (O_3), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) (ANDERSON, P. R. *et al.*, 2021).

Desde o início do uso de máquinas a vapor, a quantidade de CO_2 e outros gases parecidos produzidos em máquinas disparou, trazendo inúmeras desvantagens para o meio ambiente, como plantas morrendo e espécies animais entrando em extinção em um processo chamado aquecimento global, ambos causados pelo aumento de temperatura consequente do aumento dos poluentes.

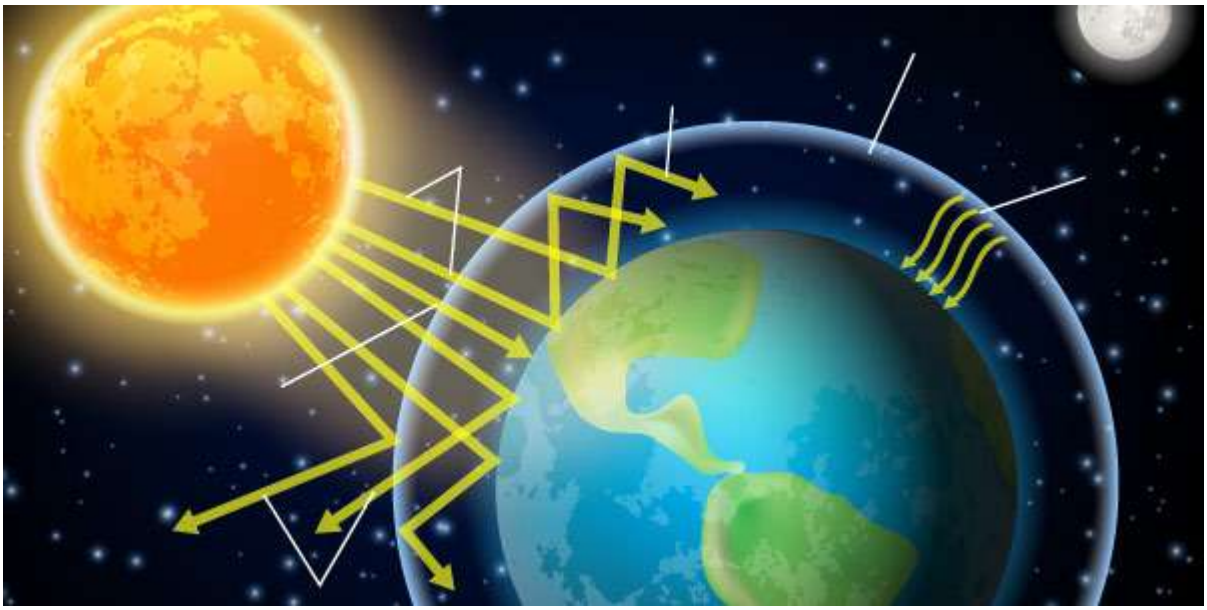


Imagem 4: Demonstração do efeito estufa

Visando o aquecimento global, são poucas as opções de conter o seu avanço, sendo elas diminuir drasticamente a quantidade da queima de carbono o mais rápido possível em uma escala global ou, eventualmente, migrar para o planeta mais próximo, Marte. Para isso, este trabalho pretende ver se é possível manipular o efeito estufa em Marte, e assim ter a possibilidade dos seres humanos pensarem em colonizar esse planeta.

A atmosfera atual de Marte é muito diferente da Terra, mas a atmosfera marciana original continha vapor d'água (H_2O), dióxido de carbono (CO_2) e outros gases que foram liberados durante a deposição inicial do planeta. As frequentes erupções vulcânicas, entre 4,5 e 3,5 bilhões de anos atrás, quando se formou a mais antiga superfície sobrevivente de Marte revelaram uma abundância de compostos e elementos voláteis (TAMANINI, 2020).

A antiga pressão da atmosfera de Marte era muito maior do que a da atmosfera atual. À medida que a atmosfera marciana esfriava, o vapor de água começou a se condensar para formar gotículas líquidas, e pesquisas mostraram que essa água estava se acumulando na superfície marciana, criando um oceano global com vários quilômetros de profundidade. Também durante esse período (por volta de 4 bilhões de anos atrás) o clima na superfície de Marte era semelhante ao da Terra. Ambos os planetas possuíam uma grande quantidade de água em suas superfícies e suas temperaturas médias eram significantemente maiores que 0°C (TAMANINI, 2020).

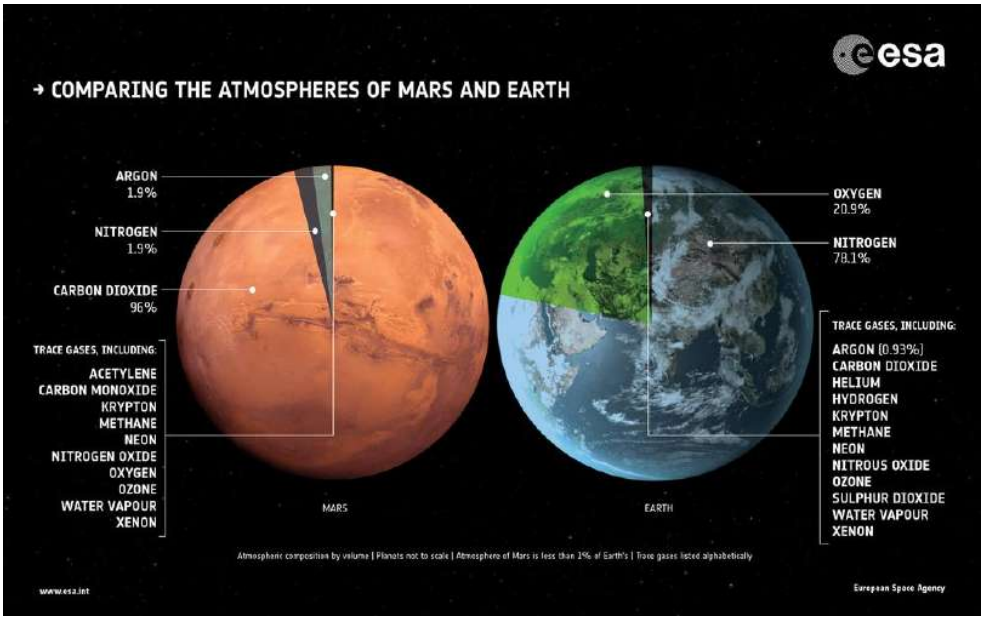


Imagem 5: Composição química da atmosfera de Marte e Terra

No entanto, ambos os planetas perderam água e parte de suas atmosferas devido à influência de asteroides em um bombardeio entre 4,6 e 3,8 bilhões de anos atrás. A remoção de dióxido de carbono da atmosfera resultou na diminuição da temperatura média de Marte, por conta da redução do efeito estufa na atmosfera. Pelo fato de Marte ter um décimo da massa da Terra, o bombardeio teve proporções maiores no planeta vermelho, que com o tempo se tornou mais frio e seco.

Para o planeta se tornar mais habitável é preciso passar por um processo conhecido como terraformação, que consiste na alteração das condições do planeta para se parecer mais com a Terra e ser habitado pelos seres humanos. Com isso precisaremos mudar principalmente a pressão atmosférica e a atmosfera, nos quais influenciam no ar que respiramos e a temperatura do planeta respectivamente.

Há muitas ideias de como é possível mudar a atmosfera de Marte, modificando sua temperatura. A primeira delas surgiu nos anos 90, propondo a instalação de espelhos gigantes na órbita do planeta vermelho, refletindo mais luz solar em direção à superfície e, assim, elevando a temperatura. Outra opção disponível seria o derretimento da água congelada presente no solo marciano – o que resultaria na liberação de dióxido de carbono na atmosfera." (TAMANINI, 2020). Também houve a sugestão da construção de fábricas, que teriam o mesmo efeito que aqui na Terra, a liberação de gases de efeito estufa.

Existe outra possibilidade proposta por Elon Musk, a mais radical das citadas previamente, que consiste em explodir várias bombas nucleares em Marte, gerando uma alta temperatura e causando o derretimento da água das calotas polares, liberando dióxido de carbono na atmosfera do planeta (TAMANINI, 2020).

Algumas consequências do aquecimento global que levam os humanos a quererem ir para Marte, mesmo com a falta de água e dióxido de carbono atuais, são o derretimento de geleiras, que aumenta o nível dos mares em velocidades alarmantes. Entre 2000 e 2019, 267 gigatoneladas de gelo foram derretidas por ano, com um aumento médio de 0,74 milímetros no nível do mar (CORTEZ, 2021), afetando diretamente todos os seres vivos que moram no litoral. Além disso, cerca de 10% dos anfíbios podem ser extintos rapidamente, pela sua baixa adaptação a mudanças de temperatura (GALLACCI, F., 2018) e muitas plantas tropicais, por exemplo, têm seu desenvolvimento reduzido com temperaturas altas (ROSA, M., 2010).

Imagem 6: Derretimento de geleiras

O CO_2 (gás carbônico) representa uma taxa pequena de concentração de 0,04% nos gases da atmosfera da Terra, porém, esta taxa é a mais alta da história em 800 mil anos (MCGRATH, 2017).

Por esse motivo, países e organizações mundiais como a ONU começaram a investir na procura de novas tecnologias para redução do CO_2 na atmosfera visando mitigar o aquecimento global. As principais formas de redução da emissão do gás encontradas foram: créditos de carbono entre os países, metas para redução de emissões, utilização de formas limpas de energia, captação do gás por meio de tecnologias, entre outros.

É importante esclarecer as formas encontradas para redução do gás, começando pelo crédito de carbono. O crédito de carbono é uma medida de flexibilização dos países para emitir ainda certas quantidades do fluido nocivo, contanto que compensem essa emissão, comprando créditos de carbono, com intuito de conseguirem cumprir as metas impostas pela ONU na redução do gás. A ideia principal por trás desse meio é que países que não conseguirem cumprir com as suas metas podem comprar de outros países que possuem maiores de créditos de carbono, estimulando os países para desenvolver cada vez mais estratégias para a redução da emissão de poluentes. Um bom exemplo de país que possui grande crédito é o Brasil, por conta da grande área verde e capacidade de captação de gás pela floresta amazônica (SUMMIT MOBILIDADE, 2021).

As metas para redução de emissões de CO_2 foram primordialmente criadas com intuito de diminuir em 50%, em que foram distribuídas entre vários países como Brasil, Estados Unidos, União Europeia, África do Sul, China, Índia, Países asiáticos e diversos países africanos. Atualmente a COP 26, Conferências das Partes que tem o intuito de discutir sobre o aquecimento global, proporcionou um bom panorama sobre a perspicácia de cada país em relação a forma como eles estão lidando com as suas metas. Assim, os países desenvolvidos reportaram que conseguiram diminuir as suas emissões em até 80% em relação à última conferência, feita em 2019. Por outro lado, os países em desenvolvimento acreditam que precisam resolver problemas interiores para conseguirem chegar no mesmo patamar que os desenvolvidos. O relatório feito por cada país e a conferência geram metas para os países poderem se nortearem para redução de emissões (REVISTA GALILEU, 2021).

Outro fator importante usado para diminuir as emissões do gás é a utilização de energias limpas e renováveis. As energias limpas - fontes que excluem qualquer tipo de poluição como CO2 - reduzem a dependência do uso de combustíveis fósseis como principais fontes de energia. No Brasil as principais fontes de energia são: energia hidrelétrica, solar, maremotriz, eólica, biomassa e geotérmica. Entretanto, a principal fonte de energia limpa mais usada pelo Brasil é a hidrelétrica, com aproximadamente de 90%, suprindo praticamente todo país. Além disso, com as metas estabelecidas pela COP26 e a conferência de Paris, o governo brasileiro tem tido o maior âmbito em investimentos para energias limpas (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA).

Além de todos os outros métodos, é importante citar as novas tecnologias para reduzir as emissões de CO_2, como por exemplo tecnologias que conseguem utilizar o CO_2 em estado gasoso para formar diferentes compostos transformando o fluido em sólido (MCGRATH, 2017).

Por exemplo, na Suíça já está acontecendo o desenvolvimento de uma tecnologia que consegue separar o CO_2 de outras moléculas gerando um gás carbônico puro, para posteriormente ser comercializado (MCGRATH, 2017).

A comercialização de CO_2 puro vem se tornado cada vez mais frequente por conta dos benefícios que podem ser extraídos do material totalmente puro, por exemplo: insumo para alimentação de peixes, produção de cimento, bancos de carro e até pasta de dente. O material é uma base para o combustível, portanto ele também pode ser utilizado como combustível e-diesel que atualmente já está sendo testado pela Audi em seus novos carros (MCGRATH, 2017).

Os filtros de CO_2 funcionam a partir da absorção do gás carbônico, sugando o ar que está em volta para seu interior. Depois de um tempo coletando o ar é saturado ao atingir 100°C e os filtros são extraídos e coletados para obter o CO_2 puro (MCGRATH, 2017).

Imagem 7: Filtros de CO2 absorvendo o ar em sua volta

A operação está acontecendo em Hinwil, cidade perto de Zurique. O dispositivo contém 18 ventiladores que puxam o ar que está em volta, e consegue armazenar até 900 toneladas de CO_2 puro para ser comercializado (MCGRATH, 2017).

Filtrar o CO_2 é uma forma inteligente de se reutilizar o gás para diminuir os efeitos de impacto global, porém, ao transformar o CO_2 em um combustível, a atenção do problema está apenas sendo adiada e juntamente as consequências do presente são jogadas para o futuro. Wurzbacher, por exemplo, Cientista da Fundação Heinrich Böll, quando perguntado sobre se a tecnologia funcionaria nos dias atuais *"Se você tivesse me perguntado isso há 20 anos, eu teria dito sim, devemos nos concentrar na redução de emissões. Mas hoje já passamos do ponto em que podemos alcançar a meta fazendo apenas isso"*, diz (MCGRATH, 2017).

Esse projeto foi concebido no intuito de fundamentar a possibilidade de terraformar a atmosfera de Marte a partir do aumento da concentração de CO_2, aumentando a temperatura da atmosfera. Assim, é possível relacionar que o gás é um fator fundamental para formar as condições de efeito estufas, provadas previamente na introdução do projeto.

A concentração de CO2 presente na atmosfera simulada de Marte afeta sua temperatura?

Objetivos

Objetivo geral

Estudar o controle de CO_2 na atmosfera.

Objetivos específicos

Estudar o efeito estufa e como ele pode ser controlado

Construir um pequeno modelo de efeito estufa para simular a manipulação de CO_2

Entender como o CO_2 altera a temperatura da atmosfera.

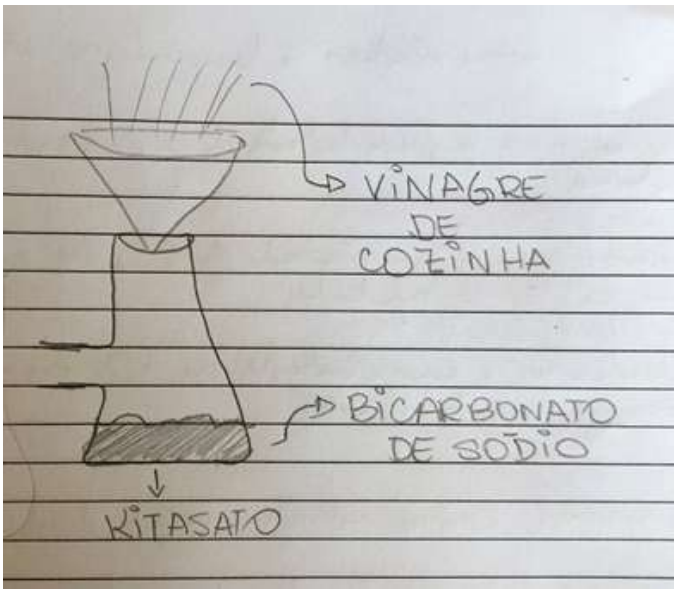
Materiais e Método

Materiais:

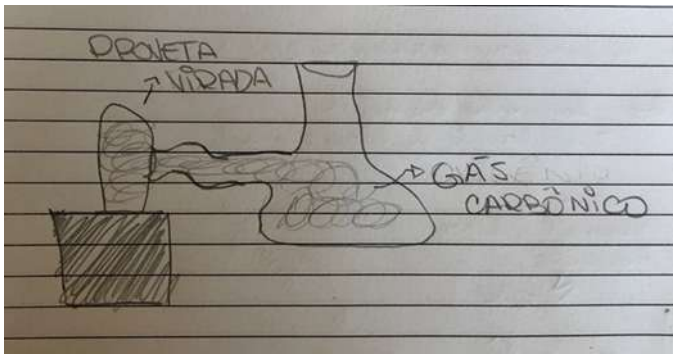
- Bicarbonato de sódio
- Vinagre de cozinha
- Vidrarias (Béquer, proveta, kitassato e lâmpada infravermelha)
- Sensor de temperatura PASCO

Foram separadas duas provetas viradas para baixo com um termômetro dentro, das quais foi inserido gás carbônico (CO_2) em uma delas, através de uma mistura de vinagre e bicarbonato de sódio em um kitassato. Então, as duas provetas foram impostas a uma lâmpada IV e a variação de temperatura foi monitorada pelos termômetros. O processo foi repetido para diferentes níveis. Antes da avaliação individual de cada resultado, é importante ressaltar que, em todas as etapas do experimento demonstrado no gráfico, teve uma lâmpada a 35 cm de distância do kitassato mantida ligada por 2 minutos (120 segundos), após ser desligada pelos próximos 8 minutos, totalizando em 10 minutos.

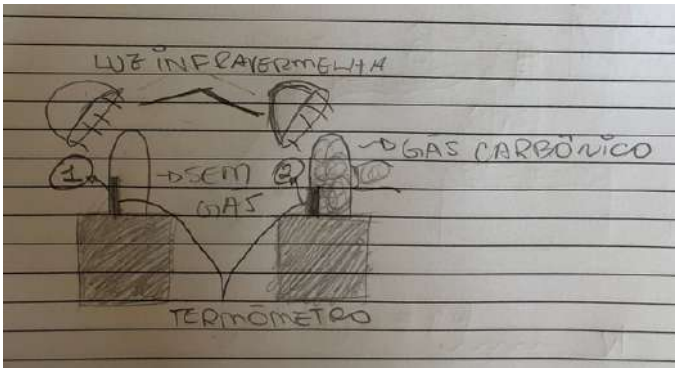
Detalhando o método através de figuras:



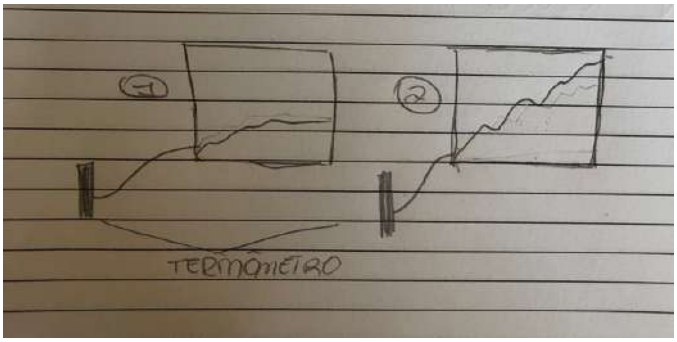
Em um kitassato já com bicarbonato de sódio dentro, será inserido vinagre de cozinha através de uma espécie de torneira.



A mistura de bicarbonato de sódio com vinagre produzirá gás carbônico que, através de um tubo, irá até uma proveta virada.



A proveta com o gás carbônico será comparada com uma proveta com apenas ar da atmosfera, e será usada uma lâmpada infravermelha para simular a ação do sol. Um termômetro medirá a temperatura.



A variação da temperatura será medida por um computador, que estará conectado ao termômetro.

Resultados e Discussão

Ao introduzir os resultados do projeto, é importante retomar a ideia principal do projeto e sua hipótese. A ideia principal do projeto é “Manipulação da temperatura a partir da variação de concentração de CO_2”, e a hipótese do projeto é: Se aumentar a concentração de CO_2, a temperatura também aumentará. Com a ideia e a hipótese revisadas, é importante também colocar em pauta as expectativas dos resultados do primeiro experimento, que consistia apenas em medir o volume do CO_2 inicial, para depois usarmos esses resultados para medir a temperatura.

O experimento consiste em colocar bicarbonato de sódio dentro de um kitassato e depois acrescentar vinagre através de uma seringa por uma rolha com um buraco, tampando-o logo depois. Assim, ambos ingredientes reagem e formam gás carbônico, que é transportado para uma bexiga, na qual medimos o volume do gás dentro ao colocar a bexiga dentro de uma bacia cheia de água, e medimos a quantidade de água vazada, que cai dentro de uma bandeja, pelo princípio de Arquimedes de deslocamento de volume.

O experimento, que tinha o bicarbonato de sódio como constante a 21 g, teve diversos níveis de vinagre, sendo eles 20 ml, 40 ml, 60 ml e 80 ml.

Adentrando mais na realização da análise dos resultados, chegou-se a algumas hipóteses da explicação do resultado, elas são, respectivamente: 55 ml de água vazada no primeiro nível,180 ml no segundo, 975 ml no terceiro e 1160 ml no quarto.

Após a realização do experimento, foi calculado o resultado esperado através de estequiometria e a fórmula de Clapeyron, que indicou resultados inesperados. Os níveis, que tinham a característica de um crescimento variado, deveriam ser linearmente proporcionais, sendo o primeiro nível 312 ml, o segundo 625 ml, o terceiro 937 ml e o quarto 1268 ml.

A partir disso, é possível que haja um volume constante de gás carbônico dentro do kitassato, porém os primeiros e segundos resultados foram bem menores do que o esperado, e uma diferença constante não seria o suficiente para explicar o resultado. É possível, também, que a necessidade de tampar e destampar a rolha entre a inserção de diferentes seringas, que é necessária para os níveis acima de 20 ml pelo volume máximo do instrumento, atrapalhou os resultados.

Após os resultados inesperados, o experimento foi refeito, com uma constante de 10 g de bicarbonato de sódio, e ainda estava fora do ideal, sendo os resultados: 100 ml no primeiro nível, 270 ml no segundo, 160 ml na repetição do segundo, 370 ml no terceiro e 320 ml no quarto, indicando uma eficiência ainda menor no método não tão efetivo e um problema no bicarbonato de sódio, que embora seja suficiente na estequiometria, pode ter sido um limitante nesta tentativa, por causa de um diferente refinamento.

Bicarbonato de sódio

Massa molar → 84 g/mol

21 g – 0,25 mol

Vinagre

4% de concentração de ácido acético

Densidade = 1 g/ml

20 ml – 1/75 mol

40 ml – 2/75 mol

60 ml – 1/25 mol

80 ml – 4/75 mol

Bicarbonato de sódio Ácido acético Gás carbônico

$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CO2 + NaCH_3COO + H_2O$

0,25 mol	1/75 mol	1/75 mol
0,25 mol	2/75 mol	2/75 mol
0,25 mol	1/25 mol	1/25 mol
0,25 mol	4/75 mol	4/75 mol
Excesso	Limitante	

PV = nRT

P = 1 atm

R = 0,082 atm . l / K . mol

T = 290 K

V = 23,78 . n

n = 1/75 → V = 317 ml

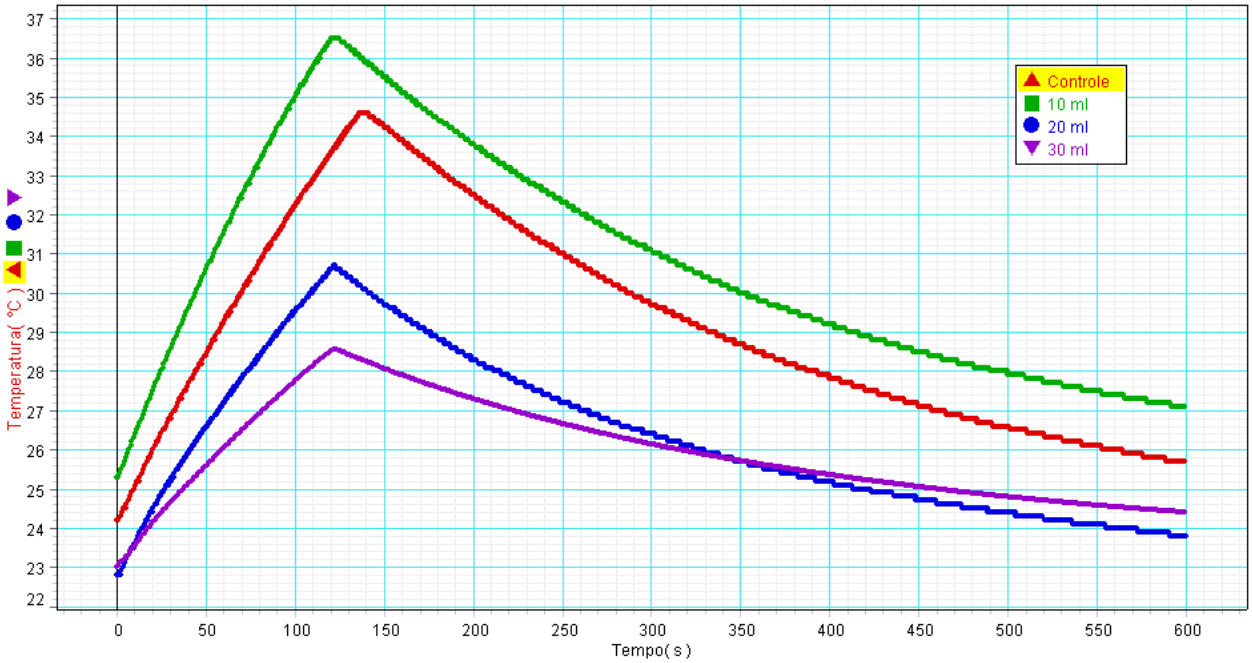
n = 2/75 → V = 634 ml

n = 1/25 → V = 951 ml

n = 4/75 → V = 1286 ml

Níveis (ml de vinagre)	Resultados (ml de água)	Resultados esperados (ml de água)	Resultados da segunda tentativa (ml de água)
20	55	317	100
40	180	634	270/160
60	975	951	370
80	1160	1286	320

O gráfico abaixo representa a temperatura de dentro do kitassato em função do tempo.



O experimento denominado “controle” não continha vinagre e bicarbonato e, após a ativação da lâmpada, atingiu um pico de 34,7 graus. Todos os outros experimentos continham o bicarbonato como constante (10 g).

Os experimentos 10 ml, 20 ml e 30 ml (quantidade de volume de vinagre adicionado no kitassato em cada fase do experimento) atingiram, respectivamente, 36,5°C; 30,8°C e 28,5°C.

Em uma tentativa com 40ml de vinagre, a rolha foi ejetada por causa da pressão criada pelo gás carbônico, e por isso o nível foi trocado por 30ml.

Com base no que se pode ver do gráfico de temperatura, é possível identificar que, no ponto da temperatura mais alta, após 2 minutos, as temperaturas foram, em ordem decrescente, 10 ml, controle, 20 ml e 30 ml.

Ao comparar os experimentos de 20 ml e de 30 ml, que começaram em temperatura semelhante, é possível perceber que o aquele com mais gás carbônico, teve um menor crescimento de temperatura, porém demorou mais para perder calor.

O controle e 10 ml, que começaram em temperaturas mais altas, tiveram crescimentos e descidas semelhantes.

Apesar dos picos de temperatura analisados não corresponderem com as expectativas, não se deve concluir que o experimento não obteve resultados satisfatórios. Porque, além da temperatura máxima, a quantidade de tempo necessária para a temperatura voltar ao normal também é influenciada pelo aumento da pressão, contudo, este critério apenas pode ser analisado ao trazer as temperaturas iniciais para um mesmo nível e analisando a variação de temperatura em função do tempo.

Conclusão

Ao observar os resultados finais do experimento, levando em conta que a hipótese do projeto era de que a produção do gás carbônico diretamente aumentaria a temperatura durante o experimento (KUO, C., *et all.*, 1990), é possível observar que este não foi exatamente o caso. No entanto, foi possível observar que, entre os experimentos de 20 ml e o de 30 ml, o que possuía mais gás carbônico esfriou mais lentamente. É estimado que as imprecisões se dão por vários motivos. O primeiro seria que o tempo de exposição à luz foi baixo, sendo apenas dois minutos, ou que a distância da lâmpada até o kitassato era pouca, resultando em um crescimento de

temperatura puramente pelo calor vindo da luz. Outro provável erro é que a temperatura inicial de cada experimento é diferente, porque foram feitos em diferentes dias com diferentes temperaturas. Por fim, concluímos que o gás carbônico desacelera o resfriamento do ambiente, embora outros resultados não sejam explícitos.

Referências

- **Fontes de Energia.** Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia#:~:text=S%C3%A3o%20exemplos%20de%20fontes%20renov%C3%A1veis,das%20mar%C3%A9s%20e%20das%20ondas).>. Acesso em: 28/09/22
- **Metas apresentadas na COP26 elevam as emissões em mais de 13% até 2030.** Revista Galileu, 2021. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Um-So-Planeta/noticia/2021/11/metas-apresentadas-na-cop26-ainda-elevam-emissoes-em-mais-de-13-ate-2030.html>. Acesso em: 28/09/22
- **O que são créditos de carbono e como funcionam?**. Summit Mobilidade, 2021. Disponível em: <https://summitmobilidade.estadao.com.br/sustentabilidade/o-que-sao-creditos-de-carbono-e-como-funcionam/#newsletter>. Acesso em: 23/09/2022
- ANDERSON, P. R., *et al.* **Simulação do Efeito Estufa, da intensificação do Efeito Estufa pela presença de CO2 e do impacto da mudança da cobertura da Terra na temperatura média do meio utilizando o Arduino.** Scielo, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/sCPGDrBvfxvhHjqrxhHRvGb/?lang=pt>. Acesso em: 24/03/22.
- CORTEZ, H. **Emergência Climática: Derretimento das geleiras globais está acelerando.** EcoDebate, 2021. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2021/04/30/emergencia-climatica-derretimento-das-geleiras-globais-esta-acelerando/>. Acesso em: 24/03/22.
- GALLACCI, F. **Mudanças climáticas podem levar 10% dos anfíbios à extinção.** g1, 2018. Disponível em <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/2018/08/16/mudancas-climaticas-podem-levar-10-dos-anfibios-a-extincao.ghtml>. Acesso em: 24/03/22.
- GONÇALVES, A.; DIAS, B. **Uma breve síntese sobre os conceitos de terraformação de Marte e suas possibilidades.** Recima21, 2021. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/135/159>. Acesso em: 10/03/2022.

- KUO, C., *et al.* **Coherence established between atmospheric carbon dioxide and global temperature**. Nature, 1990. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/343709a0>. Acesso em: 31/08/22
- MCGRATH, M. **A inovadora máquina que absorve CO2 da atmosfera e o transforma em um gás com valor econômico.** BBC NEWS, 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-42024360>. Acesso em: 10/03/2022.
- MONTEIRO, F. **Atmosfera de Marte.** InfoEscola, 2019. Disponível em: <https://www.infoescola.com/astronomia/atmosfera-de-marte/>. Acesso em: 24/03/22.
- ROSA, M. **Aquecimento Global afeta o crescimento das plantas.** CicloVivo, 2010. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/aquecimento_global_afeta_crescimento_das_plantas/>. Acesso em: 24/03/22.
- SOUSA, R. **Efeito Estufa**. Brasil Escola, Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/efeito-estufa.htm>. Acesso em 24/03/22
- TAMANINI, M. **Marte habitável? Como seria a terraformação do planeta vermelho?** TecMundo, 2020. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/150857-marte-habitavel-terraformacao-planeta-vermelho.htm>. Acesso em: 24/03/2022.
- Hendrix, A. R., *et. al*. **The Solar System at Ultraviolet Wavelengths.** ScienceDirect, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/mars-atmosphere#:~:text=SOLAR%20SYSTEM%20%7C%20Mars&text=The%20atmosphere%20is%2095%25%20carbon,%2C%20and%200.03%25%20carbon%20dioxide> Acesso em: 25/03/22
- WALTER, M. R., *et al.* **SOLAR SYSTEM | Mars**. ScienceDirect, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/mars-atmosphere#:~:text=SOLAR%20SYSTEM%20%7C%20Mars&text=The%20atmosphere%20is%2095%25%20carbon,%2C%20and%200.03%25%20carbon%20dioxide> Acesso em: 25/03/22
- ZOLOTOV, M. Yu. **Planets and Moons.** ScienceDirect, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/mars-atmosphere#:~:text=SOLAR%20SYSTEM%20%7C%20Mars&text=The%20atmosphere%20is%2095%25%20carbon,%2C%20and%200.03%25%20carbon%20dioxide> Acesso em: 25/03/22

Imagens

- **Imagem 1** Kopp, R. **IPCC climate report: Profound changes are underway in Earth's oceans and ice**. Disponível em: <https://chinadialogueocean.net/en/climate/18217-ipcc-

climate-report-profound-changes-are-underway-in-earths-oceans-and-ice/>. Acesso em: 23/09/2022

- **Imagem 2** BARBOSA, C. **Entenda a terraformação, o plano para deixar Marte mais habitável.** Disponivel em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/blog/cassio-barbosa/post/2018/08/10/entenda-a-terraformacao-o-plano-para-deixar-marte-mais-habitavel.ghtml>. Acesso em: 24/03/2022
- **Imagem 3** ARAÚJO, F. **Monte Olimpo (Marte).** Disponível em: <https://www.infoescola.com/astronomia/monte-olimpo-marte/>. Acesso em: 25/03/2022
- **Imagem 4** SOUSA, R. **Efeito Estufa**. Brasil Escola, Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/efeito-estufa.htm>. Acesso em 24/03/22
- **Imagem 5 Comparing the atmospheres of Mars and Earth**. European Space Agency, 2018. Disponível em: <https://exploration.esa.int/web/mars/-/60153-comparing-the-atmospheres-of-mars-and-earth#:~:text=Mars%20is%20about%20half%20the,rich%20in%20nitrogen%20and%20oxygen>. Acesso em: 24/03/22
- **Imagem 6** MESQUITA, M. **Pesquisa evidencia impactos do derretimento de geleiras na temperatura global.** USP, 2015. Disponível em: <http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=6645&ed=1166&f=27>. Acesso em: 24/03/22.
- **Imagem 7** MCGRATH, M. **A inovadora máquina que absorve CO2 da atmosfera e o transforma em um gás com valor econômico.** BBC NEWS, 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-42024360>. Acesso em: 10/03/2022.

O efeito da gravidade no sistema cardiovascular humano

Henrique Marques Padilha, Júlia Cardoso de Souza, Julia de Silva Lima e Thaís de Arruda Motta
Professor(a) orientador(a): Fernanda Sodré, Mariane Cavalheiro
Colégio Bandeirantes

Resumo

Nas últimas décadas, os cientistas se comprometeram a encontrar outro planeta que os humanos pudessem habitar. Para isso, um dos aspectos importantes a ser estudado é o comportamento do organismo humano em diferentes acelerações da gravidade, portanto, o projeto visa simular e representar visualmente os efeitos de diferentes gravidades sobre o sistema cardiovascular humano. No procedimento, três luzes de LED foram conectadas a uma placa Arduíno e programadas para piscar em três velocidades diferentes, representando três frequências cardíacas diferentes. O primeiro LED piscando mostrava uma frequência de 80 batimentos por minuto (o que é normal no planeta Terra), o segundo representava 180 batimentos por minuto e o terceiro, 40 batimentos por minuto. Relacionando os três batimentos cardíacos com informações conhecidas sobre a gravidade de Marte, foi possível concluir que, neste planeta, devido ao fato de a aceleração da gravidade ser muito menor que a da Terra, o coração humano bateria de acordo com a segundo LED, que representa taquicardia. Em relação ao terceiro LED, já se sabe que uma frequência cardíaca mais lenta gera diversos danos ao organismo. Assim, o projeto contribui para a pesquisa de exploração espacial.

Palavras-chave: Arduíno; frequência cardíaca; gravidade; Marte

Abstract

For the past few decades, scientists have been comitted to unearth another planet that humans could inhabit. Thereunto, one of the important aspects to be studied is the behavior of the human organism in different accelerations of gravity, furthermore, the project aims to simulate and visually represent the effects of different severities on the

human cardiovascular system. In the procedure, three LED lights were connected to an Arduino board and programmed to flash at three different speeds, representing three different heart rates. The first flashing LED showed a frequency of 80 beats per minute (which is normal on planet Earth), the second represented 180 beats per minute, and the third, 40 beats per minute. Intertwining the three heart rates with known information about the gravity of Mars, it was possible to conclude that, on this planet, due to the fact that the acceleration of gravity is much smaller than that on Earth, the human heart would beat according to the second LED, which represents tachycardia. Regarding the third LED, it is already known that a slower heart rate generates several damages to the body. Thus, the project contributes to space exploration research.

Keywords: Arduino; gravity; heart rate; Mars

Introdução

Nos dias atuais, com os graves problemas que o planeta Terra vem enfrentando, um dos principais alvos da comunidade científica é desenvolver a exploração de Marte, uma vez que o planeta vermelho, por ser similar à Terra, possivelmente seria uma opção adequada para que gerações futuras não se limitassem a apenas os finitos recursos terrestres. Apesar de Marte ser um dos planetas mais similares à Terra, o próprio possui diversas características que causariam uma certa dificuldade em relação a adaptação dos seres humanos, por exemplo, a escassez de água líquida, a atmosfera composta principalmente por dióxido de carbono, o solo extremamente ácido e infértil e as temperaturas extremas do planeta que podem variar de -125 a 22°C no verão.

Além desses aspectos, o fato da gravidade marciana ser de aproximadamente 3,721 m/s², o que corresponde a apenas um terço da gravidade da Terra, é um problema relevante, já que o corpo humano não está adaptado para sobreviver em tal condição. Já é de conhecimento científico que as diferenças na alteração da gravidade podem gerar impactos em determinadas partes do corpo humano, principalmente nas articulações. O projeto tem o objetivo de explorar e simular os possíveis efeitos de diferentes gravidades na frequência cardíaca humana e, consequentemente, no fluxo sanguíneo, utilizando uma programação do arduíno.

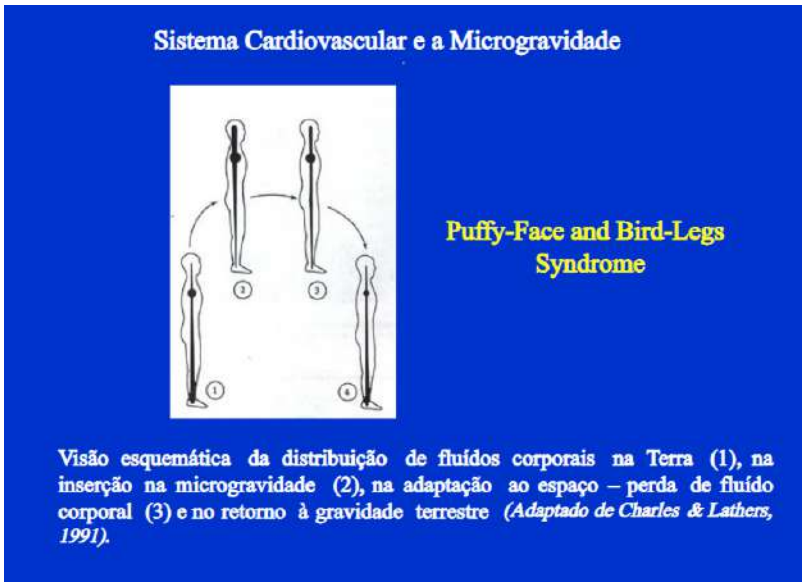


Figura 1: Comportamento do fluxo sanguíneo com a diferença entre a microgravidade e a gravidade terrestre

Através da leitura do artigo **“ Human physiology adaptation to altered gravity environments.”** (GOSWAMI *et al*, 2021), foi possível, graças a coletânea de informação feita pelos autores, analisar diversos dados sobre esse tema e sua importância para futuras viagens extraterrestres, como a de destino à marte. O texto aborda como um dos tópicos principais a falta de pesquisa nesse campo e, principalmente, a escassez de conhecimento sobre as diferentes consequências dessa mudança gravitacional em homens e mulheres. Essa lacuna serviu de incentivo na escolha do tema de pesquisa.

O artigo **“Effects of gravity and posture on the human cardiovascular system.”** (BHASKARAN *et al*, 2008) apresenta uma análise realizada com o intuito de estudar a mudança no sistema cardiovascular sob a ação de uma diferente gravidade. A pesquisa mostra a sirsasana, o nome que define posturas invertidas feitas no yoga que vão ser usadas na Terra para mostrar as mudanças que ocorreriam em outra gravidade e o benefício da prática desse exercício. Os resultados são os dados correspondentes às diferenças no sistema cardiovascular em pessoas que praticam o exercício e as que não. A discussão apresenta o fato que a pressão sanguínea e a frequência cardíaca dos praticantes de sirsasana é relativamente estável de cabeça para baixo, quando os não praticantes só têm esse resultado de cabeça para cima.

Figura 2: A prática sirsasana tem sido utilizada como uma simulação das mudanças que ocorreriam com o corpo humano na microgravidade

De acordo com o artigo **"HEART RATE AND BLOOD PRESSURE VARIABILITY UNDER MOON, MARS AND ZERO GRAVITY CONDITIONS DURING PARABOLIC FLIGHTS. "** (AERTS *et al*, 2012), muitos astronautas sofrem de um fenômeno chamado intolerância ortostática após retornarem à gravidade terrestre. Trata-se de um distúrbio do sistema nervoso autônomo e do sistema cardiovascular, por isso são necessárias medidas para preveni-lo. Para isso, é preciso compreender como o sistema cardiovascular se adapta às variações de gravidade. Os pesquisadores realizaram uma simulação de voos parabólicos para avaliar a variabilidade da frequência cardíaca e pressão arterial em diferentes gravidades. Durante os experimentos, são observados mudanças no fluxo e distribuição de sangue e fluidos corporais.

Foram feitas 12 parábolas nas condições gravitacionais da Lua, 12 parábolas nas condições marcianas e 6 em gravidade zero. Seis homens voluntários participaram do experimento. Os dados de frequência cardíaca e pressão arterial foram coletados continuamente na posição sentada e, após o experimento, de pé. Foram usados equipamentos e monitores holandeses durante todo o processo de coleta de informações, incluindo diversos dados biomédicos, já que dois homens tiveram náuseas durante os voos. Foram observadas fases de hipergravidade, normogravidade e microgravidade em todas as parábolas.

Apesar de uma frequência cardíaca um pouco maior ter sido observada na condição gravitacional lunar, os resultados não mostraram uma relação monotônica

entre frequência cardíaca, pressão arterial e diferenças gravitacionais, contrariando a hipótese inicial. Acredita-se que tais resultados aconteceram devido a uma séria limitação dos voos parabólicos: a curta duração das fases de microgravidade, já que o sistema cardiovascular não é capaz de atingir um estado estacionário durante elas. Dessa forma, apenas o comportamento transitório da resposta cardiovascular pode ser analisado.

A pesquisa chegou ao resultado de que frequência cardíaca e pressão arterial não têm relação com a gravidade, porém o artigo menciona trabalhos anteriores feitos com voos parabólicos que tiveram resultados diferentes, sugerindo que existem outros fatores que podem interferir no experimento como o estresse mental dos sujeitos. Além disso, o estudo acrescenta que seriam necessários outros experimentos que considerem intervalos de tempo maiores para microgravidade, dessa forma garantindo que o sistema cardiovascular forneça uma resposta estável para tal condição.

Também é possível relacionar a gravidade com a atmosfera de um planeta. A formação do planeta Terra ocorreu a cerca de 4,5 bilhões de anos atrás. Durante tal processo, devido às constantes chuvas de meteoros, as temperaturas do planeta eram extremamente altas, fazendo com que fosse impossível que houvesse a formação de uma atmosfera ou até o surgimento de vida no próprio. Com o tempo, devido a evaporação de partículas de água, gases e outros elementos a Terra sofreu um processo de resfriamento, o qual possibilitou a criação de uma atmosfera no planeta. Contudo, de acordo com o artigo "**Atmospheric pressure and gravity"** (MERRIAM *et al,* 1992), tais elementos não foram os únicos responsáveis por possibilitar tal formação. Apesar de serem elementos extremamente diferentes, a gravidade e a atmosfera estão intensamente relacionadas, praticamente pelo fato de que os gases que fazem parte da atmosfera apenas não se dissipam no meio devido a força exercida pela gravidade sobre os próprios. Esta interação entre massas, é explicada pela Lei da Gravitação Universal de Newton, em que a atração entre a massa da Terra e a massa dos gases atmosféricos é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. Também pode-se observar que sem gravidade, não seria possível a formação de uma atmosfera na Terra, o que, futuramente, impossibilitaria que algum tipo de vida se originasse no planeta.

Dessa forma, é possível concluir que quando um indivíduo entra em contato com um ambiente onde a gravidade é menor do que a da Terra (microgravidade), o sangue do próprio é imediatamente levado das suas pernas e abdômen, para os seu cérebro e coração, causando uma diminuição do fluxo sanguíneo em relação às extremidades do corpo, fazendo com que certos membros, como braços e pernas, com o tempo começam a se atrofiar. Além disso, a mudança drástica na circulação do sangue também pode causar um aumento na pressão craniana, o que futuramente pode causar a perda da audição, um edema cerebral e a deformação dos olhos.

Considerando que a gravidade influencia diretamente na atmosfera de um planeta, é possível concluir que o organismo humano sofreria consequências em planetas com forças gravitacionais diferentes. No caso de Marte, por exemplo, o fato da gravidade ser cerca de 3,7 metros por segundo ao quadrado, faz com que sua atmosfera seja muito rarefeita, o que dificultaria o sistema cardiorrespiratório humano e traria sérios problemas de saúde.

Para uma melhor compreensão do funcionamento do sistema cardiovascular, o artigo **"Cells of the adult human heart"** (LITVINUKOVÁ, *et al,* 2020) esclarece informações importantes sobre ele. O coração é um músculo que tem como função bombear o sangue para o organismo. O próprio divide-se em quatros cavidades, sendo elas dois átrios, localizado na parte superior, por onde o sangue chega ao coração, e dois ventrículos, localizado na parte inferior, por onde o sangue sai. O átrio direito recebe o sangue que regressa dos órgãos e tecidos. Ocorre a comunicação entre as cavidades presentes do lado direito e o sangue é passado para o ventrículo direito, esse que o bombeia, o levando pela artéria pulmonar para os pulmões, que tem como objetivo remover resíduos de dióxido de carbono do sangue e o recarregar com oxigênio. O átrio esquerdo recebe o sangue rico em oxigênio vindos dos pulmões que, ao ser passado para o ventrículo, é bombeado e levado pela aorta para todas as partes do organismo, incluindo o próprio músculo cardíaco. Entre as cavidades, existem as válvulas atrioventriculares que regulam o fluxo do sangue e impedem seu refluxo. Esse processo garante que sempre irá existir nutrientes e oxigênio suficientes para que o organismo funcione de forma eficiente. Além disso, o coração apresenta receptores diretamente conectados ao sistema nervoso, de forma que, quando o organismo detecta pouco oxigênio sendo absorvido pelos pulmões, um sinal é logo transmitido ao sistema cardiovascular, fazendo a frequência cardíaca aumentar,

garantindo uma adequada oxigenação dos tecidos e células. Essa condição configura-se como taquicardia.

Figura 3: Anatomia do coração humano

Com base nos diferentes artigos analisados, o projeto tem como objetivo simular e analisar visualmente a seguinte situação: O comportamento de diferentes frequências cardíacas e fluxos sanguíneos no organismo humano.

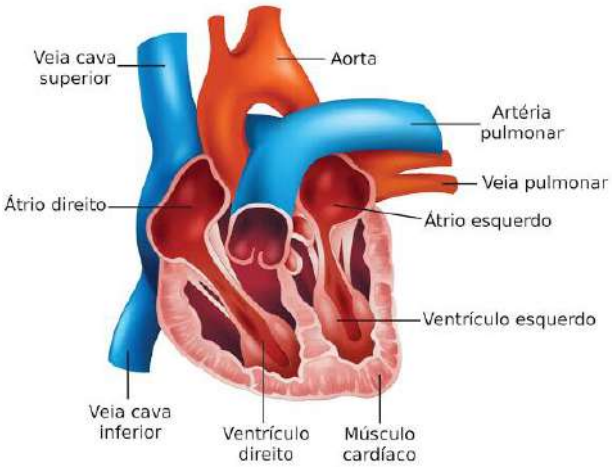


Tabela 17–1

Fluxo Sangüíneo em Diferentes Órgãos e Tecidos sob Condições Basais

	Porcentagem	mL/min	mL/min/100 g
Cérebro	14	700	50
Coração	4	200	70
Brônquios	2	100	25
Rins	22	1.100	360
Fígado	27	1.350	95
Portal	(21)	1.050	
Arterial	(6)	300	
Músculo (estado inativo)	15	750	4
Osso	5	250	3
Pele (tempo frio)	6	300	3
Tireóide	1	50	160
Supra-renais	0,5	25	300
Outros tecidos	3,5	175	1,3
Total	100,0	5.000	

Baseado principalmente em dados compilados pelo Dr. L. A. Sapirstein.

Figura 4: Fluxo sanguíneo em diferentes órgãos e tecidos.

Objetivos

Objetivo Geral:

Explorar e simular diferentes frequências cardíacas e seus consequentes fluxos sanguíneos utilizando o Arduíno.

Objetivos específicos:

1) verificar e simular como diferentes gravidades afetam os batimentos do coração humano.

2) analisar o comportamento do fluxo sanguíneo com diferentes velocidades de batimento cardíaco.

3) simular a atividade do sistema cardiovascular humano na gravidade marciana.

Materiais e Método

- Computador
- Arduíno
- 3 Fitas de LEDs
- Fonte de energia de 12 volts
- Impressora 3D

Para realizar o projeto, uma placa de arduíno pequena foi acoplada a um computador por meio de um cabo USB. Três LEDs idênticos foram devidamente encaixados na placa, de forma que suas extremidades menores fossem posicionadas atrás de resistores, para evitar que queimassem. As extremidades maiores foram colocadas alinhadas aos cabos de mesmo tamanho que recebem os comandos da programação. O Software determina diferentes tempos para os LEDs acenderem e apagarem, conforme códigos preexistentes no arduíno. Dessa forma, os LEDs foram programados para piscar, respectivamente, a cada 750, 333 e 1500 milissegundos.

A representação de um coração humano foi feita em uma impressora 3D. As dimensões correspondem às medidas reais de órgão, ou seja, 12 cêntimos de altura e 8 de largura. Foram utilizados finos filamentos vermelhos.

Resultados e Discussão

Utilizando uma placa de arduíno conectada a um computador, três diferentes velocidades de batimentos cardíacos foram representadas por meio de LEDs que piscam com intervalos de tempo diferentes. Esses intervalos de tempo diferentes entre uma batida do coração e outra resultam também em diferentes fluxos sanguíneos para cada situação. O código da programação segue abaixo:

```
    void setup()
    {
  pinMode(12, OUTPUT); // PORTA 12 SAÍDA
  pinMode(3, OUTPUT); // PORTA 3 SAÍDA
  pinMode(9, OUTPUT); // PORTA 9 SAÍDA
    }
void loop()
{
  digitalWrite(12, HIGH);
  delay(750);
  digitalWrite(12, LOW);
  delay(750);
  digitalWrite(12, HIGH);
  delay(750);
  digitalWrite(12, LOW);
  delay(200);
  digitalWrite(9, HIGH);
  delay(333);
  digitalWrite(9, LOW);
   delay(333);
   digitalWrite(9, HIGH);
    delay(333);
```

```
  digitalWrite(9, LOW);

  delay(200);

  digitalWrite(3, HIGH);

  delay(1500);

  digitalWrite(3, LOW);

  delay(1500);

  digitalWrite(3, HIGH);

   delay(1500);

  digitalWrite(3, LOW);

}
```

O código estabelece todos os pinos como porta de saída porque suas luzes são emitidas para fora da placa de arduíno. O LED conectado à porta 12 representa os batimentos cardíacos quando estão em condições normais (cerca de 80 batimentos por minuto). Para a programação funcionar, o intervalo entre uma batida e outra foi convertida em milissegundos. 1 minuto corresponde a 60 000 milissegundos, por isso o LED 12 pisca a cada 750 milissegundos, gerando 80 piscadas por minuto. Já o LED da porta 9 representa uma situação em que acontecem mais batimentos por minuto, cerca de 180, o que corresponde a uma piscada a cada 333 milissegundos. Por fim, o LED da porta 3 representa uma quantidade de batimentos por minuto menor, cerca de 40, o que corresponde a uma batida a cada 1500 milissegundos. As diferenças na quantidade de piscadas entre os LEDs são notáveis na placa do arduíno, que foi construída conforme as imagens a seguir:

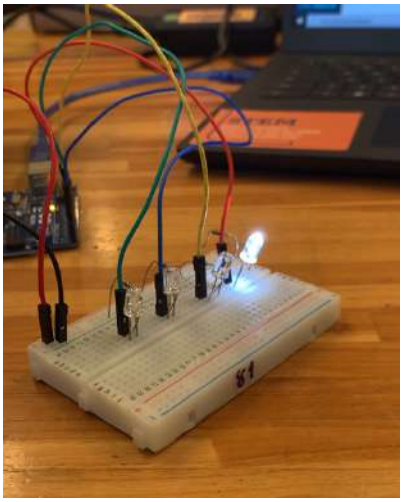


Figura 1a: Led, porta 12

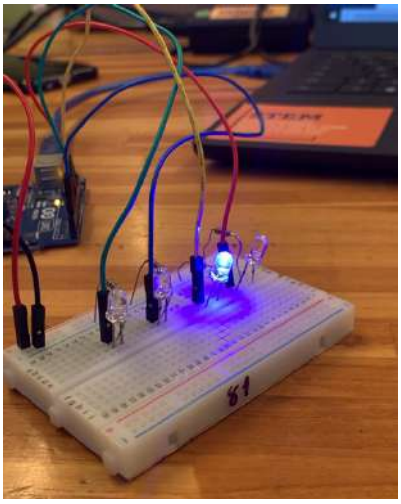


Figura 1b: Led, porta 9

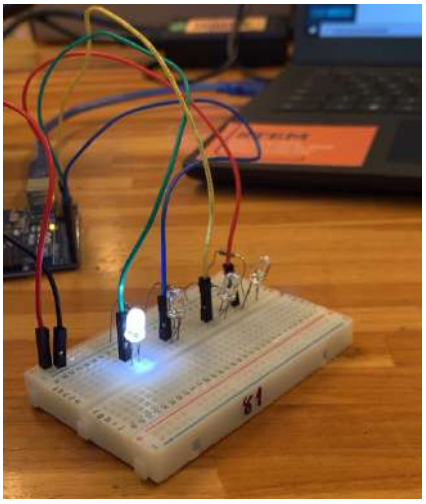


Figura 1c: Led, porta 3

Figuras 1a, 1b e 1c: As imagens apresentam, respectivamente, os LEDs das portas 12,9 e 3.

Com esses resultados, foi possível representar os diferentes batimentos cardíacos e o comportamento do fluxo sanguíneo em cada situação por meio de um modelo do sistema cardiovascular humano feito na impressora 3D.

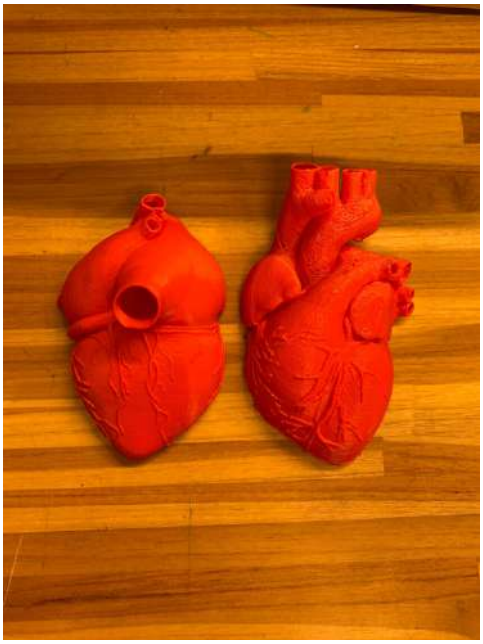


Figura 2a

Figura 2b

Figura 2a: corte longitudinal no modelo impresso em 3D.

Figura 2b: modelo de coração e cavidades perfuradas com alicate para melhor representação

Para que suas cavidades internas fossem representadas, foi necessário o uso de alicates para cortar os moldes. Foram impressos 3 corações idênticos cortados ao meio, ou seja, 6 metades iguais às das figuras 2a e 2b.

Para melhor representar as diferentes frequências cardíacas no coração, foram utilizadas 3 fitas de LED de 20 centímetros cada, correspondentes aos 3 LEDs iniciais. Cada fita atravessou duas metades de coração por dentro e foi presa com cola quente em uma das extremidades. Além disso, foram utilizadas três fontes de energia de 12volts para que a programação das três fitas funcionasse.

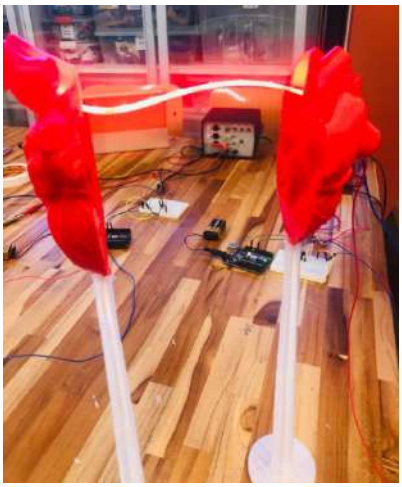


Figura 3.a.

Figura 3.b.

Figura 3.c

Figuras 3.a e 3.b: Metades de coração impressas, presas em hastes de plástico e atravessadas por fitas de LED conectadas às fontes de energia.

Figura 3.c: Montagem das conexões entre fontes de energia, placas de arduino e fitas de LED por meio de jumpers e fios elétricos.

Discussão:

O LED conectado à porta 12 pisca a cada 750 milissegundos, o que corresponde a 80 batimentos cardíacos por minuto. Esse é o estado ideal do órgão para que o sangue seja devidamente bombeado e distribuído para todo o organismo. Portanto, no planeta Terra, ao nível do mar, esse é o comportamento da frequência cardíaca e do fluxo sanguíneo, já que o organismo está submetido à gravidade de 10 metros por segundo ao quadrado, condição ideal para manter o gás oxigênio da atmosfera acessível aos seres vivos.

O LED conectado à porta 9 representa uma frequência cardíaca muito mais acelerada que o normal, cerca de 180 batidas por minuto, por isso, no programa, o intervalo entre piscadas desse LED é muito menor, em 333 milissegundos. Tal condição é chamada de taquicardia, que ocorre normalmente em lugares onde a atmosfera é rarefeita, já que a falta de oxigênio no organismo faz com que o coração acelere o bombeamento de sangue para que os tecidos e células sobrevivam. Essa situação seria comum em Marte, por exemplo, já que a microgravidade faz sua atmosfera ficar rarefeita. Nesse planeta, as pessoas estariam sujeitas a dificuldades respiratórias e, provavelmente, até desmaios ou derrames, devido à acelerada atividade cardiovascular.

Já o LED ligado à porta 3 representa uma frequência cardíaca muito menor do que a normal, ou seja, cerca de 40 batidas por minuto. O intervalo entre as piscadas foram de 1500 milissegundos. Portanto, através desse LED, é possível perceber como se comporta o fluxo sanguíneo em um organismo em tal condição. Devido ao fato de o cérebro do ser humano receber pouco volume de sangue por minuto, o sujeito corre o risco de ter problemas de saúde como tonturas, fraquezas, cansaço exagerado, confusão mental e desmaios. No entanto, essa condição não está relacionada com a atmosfera do lugar, mas sim com o envelhecimento natural, doenças congênitas e lesões no coração.

Os efeitos causados no organismo humano a partir de diferentes frequências cardíacas e fluxos sanguíneos foram explicados no artigo “**Rest heart rate and life expectancy”** (LEVINE *et al,* 1997).

Conclusão

O projeto atingiu os objetivos com sucesso, já que simulou adequadamente diferentes frequências cardíacas e seus respectivos fluxos sanguíneos por meio do Arduíno. A composição representa com clareza o comportamento do sistema cardiovascular humano, possibilitando um melhor entendimento sobre os efeitos da gravidade nele. É possível observar que, em Marte, o coração bateria em uma frequência muito maior do que a normal, o que poderia gerar sérios problemas de saúde às pessoas. Portanto, o projeto fornece informações importantes para a exploração espacial.

Referências

- Slide player. Sistema cardiovascular. Disponível em: https://slideplayer.com.br/slide/6947861/. Acesso: em 25/03/22
- GOSWAMI, N.; CLEMENT, G.; BLABER, A.; EVANS, J.; VAN LOON, J. **Human physiology adaptation to altered gravity environments.** Acta Astronáutica, n.189, p. 216-221, 2021. Disponível em:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576521004434 >. Acesso em: 11 mar. 2022
- BHASKARAN, S.; MONDAL S.; JAGTAP S.; VIDYASAGAR P. **Effects of gravity and posture on the human cardiovascular system. International Journal of Integrative Biology.** Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=gravity+human+heart&btnG=#d=gs_qabs&u=%23p%3DoRsNA7n1Ih8J>. Acesso em: 25/03/22
- <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fyogateria.com.br%2Fsirsasana-postura-invertida-sobre-a-cabeca%2F&psig=AOvVaw3mahaQrqQXev7rCKsXSkME&ust=1648299204682000&source=images&cd=vfe&ved=0CAgQjRxqFwoTCMC02pan4fYCFQAAAAAdAAAAABAD > Acesso em: 25/03/2022
- AERTS, Wouter; JOOSEN, Pieter; WIDJAJA, Devy; VARON, Carolina; VANDEPUT, Steven; VAN HUFFEL, Sabine; AUBERT, André. **HEART RATE AND BLOOD PRESSURE VARIABILITY UNDER MOON, MARS AND ZERO GRAVITY CONDITIONS DURING PARABOLIC FLIGHTS.** Disponível em: https://lirias.kuleuven.be/retrieve/219183. Acesso em: 16/03/2022.
- LITVINUKOVÁ, Monica; TALAVERA-LOPEZ, Carlos; MAATZ, Henrique; REICHART, Rafael; L WORTH, Catherine. **CELLS OF THE HUMAN HEART**. Disponível em:
- https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=human+heart&btnG=#d=gs_qabs&t=1662161257104&u=%23p%3Du6ypFo8vqeYJ Acesso em 31/ 08/ 2022
- MERRIAM, JB. **ATMOSPHERIC PRESSURE AND GRAVITY.** Disponível em https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=gravity+and+atmosphere&oq=gravity+and+atmos#d=gs_qabs&t=1662161515625&u=%23p%3DdPjrPMDO8coJ Acesso em 31/08/2022
- J LEVINE, Herbert. **REST HEART RATE AND LIFE EXPECTANCY**. Disponível em https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=human+heart+rate&btnG=#d=gs_qabs&t=1662161775629&u=%23p%3D5k8OXJn1kCoJ Acesso em 31/08/2022.

Projeto EVA

Breno Issao Gomes Nakaya, João Victor Melo Machado, Mariana Apene de Sousa Macedo, Thomas Von Uhlendorff
Professor(a) orientador(a): Mariane Cavalheiro
Colégio Bandeirantes

Resumo

A população mundial vem crescendo de forma muito rápida e a agricultura atual não está conseguindo dar conta já que está exigindo muito mais do que o planeta tem a dar e está causando danos imensuráveis. Pensando nisso resolvemos criar uma solução que consiga estimular cada vez mais o plantio caseiro que não é tão danoso quanto a produção em larga escala. Para isso foi desenvolvido um protótipo de robô e uma sementeira que consegue despejar uma semente por vez em buracos com distancias pré-determinadas. O experimento teve diversas dificuldades e ao final foi concluído parcialmente já que o carro não funcionou. Podendo se concluir que o trabalho não cumpriu com as expectativas, porém acredita-se que o principal problema foi a programação, já que foi desenvolvida de forma rápida além de a ponte H ter quebrado ao final do projeto, e talvez com alguns ajustes cumpra as expectativas propostas.

Palavras-chave: robô, protótipo, agricultura, programação, motor.

Abstract

The recent increase of the global population has given emphasis to an alarming issue the world hunger. Aiming to find a solution for this problem, the group developed a prototype of a robot using a manufactured wooden vehicle, a seed disperser and an already existing Arduino programming language, making it possible for the prototype to sow the seeds in a predetermined area, with the minimum human interference possible throughout the process. Notwithstanding, problems such as, having to find an Arduino code compatible with the materials available and the burning of the electronic plate hindered us from making the prototype operate as expected. The main

conclusion that can be drawn is that, although the robot did not fulfill all of its objectives, the insertion a developed idea of this prototype in nowadays society could significantly decrease world hunger numbers, especially if it is provided to poorer countries and regions that depend on a lot in small-scale agriculture.

Keywords: Hunger, Seeds, Prototype, Agriculture.

Introdução

Durante séculos o homem explora a terra para sobreviver. Tudo começou no período neolítico, por volta de 12 mil anos atrás, inicialmente só se plantavam tubérculos e cereais, e com o passar do tempo novas técnicas e sementes foram descobertas. O plantio foi uma das motivações para a sedentarizarão do homem, ocasionando a formação das civilizações. As maiores civilizações da história moravam perto dos rios Tigre, Nilo e Eufrates, já que o solo era muito fértil. A agricultura das antigas civilizações é classificada como antiga, já que a sua prática era feita a partir da força animal e humana, sem o uso de agrotóxicos e qualquer tipo de fertilizantes ou máquinas.

Ao longo da história aconteceram várias revoluções agrícolas, sendo a maior ligada à Revolução Industrial. A industrialização transformou as áreas rurais, e levou diversos aparatos tecnológicos que facilitam e otimizam até os dias atuais a indústria. Mas em contrapartida, a exploração dos recursos materiais está cada vez mais intensa, com a população cada vez maior e o mundo cada vez mais globalizado. A indústria extrai muito mais do que o solo aguenta, e nas plantações de monocultura em larga escala, o uso de maquinários para acelerar o processo se tornou recorrente. Esses maquinários como os tratores danificam o solo pois, por conta de seu peso eles o compactam,

O consumo de vegetais e grãos vem se popularizando, mas a maior parte das pessoas ainda não tem condições financeiras de comprá-los. As projeções indicam uma forte expansão da classe média na população mundial, o aumento da renda implicará em mudanças nos padrões de consumo, o que resultará na expansão da demanda por carne, frutas e vegetais, impulsionando ainda mais o setor agrícola. Pensando nas consequências que atualmente esse setor gera é de extrema importância que seja desenvolvido algum mecanismo que estímulo o plantio caseiro, a automação pode trazer o uso de materiais e de plantio com operações monitoradas,

controladas e executadas por máquinas leves que não destruam o solo e sejam efetivas para pequenas hortas. Não somente mais eficientes, otimizando o uso de tempo, mas em menor escala, para o autoconsumo.

Tendo em vista o contexto, o projeto se baseia na seguinte pergunta de pesquisa: Como tornar a plantação acessível através da automação caseira?

O trabalho busca através da automatização o plantio, por meio de um sistema de programação em Arduino, conseguindo com que se plante na casa de cada um sem tantos danos ambientais. Visando um bom desempenho do robô em semear o grão, e caminhar pelo solo arenoso. Um dos objetivos do projeto é o reaproveitamento de materiais na construção do protótipo. O primeiro processo estabelece a forma mais adequada para o plantio, O protótipo será testado com o seu peso normal e logo em seguida com as sementes em um de seus compartimentos, assim será possível estabelecer a quantidade de sementes que o robô consegue carregar e, portanto, o tamanho da área plantada. Descobrindo essa área, será calculada a energia necessária, que o protótipo precisa para cada viagem (bateria). Também será testada a velocidade ideal para o melhor funcionamento do protótipo, velocidade essa, que será influenciada pela aderência das rodas. A hipótese para o protótipo do robô, é que com a terra compactada e lisa, o protótipo consiga ser mais veloz e consequentemente mais eficiente, e as rodas necessárias sejam lisas, já com a terra com relevo, ele vai ser mais lento, necessitando uma maior potência do motor, e uma roda diferente para conseguir conquistar uma maior aderência.

Objetivos

- Programar um software para andar e despejar semente
- Prototipar o carro e o mecanismo do plantio
- Testar como o software se adapta a um terreno simulado.

Materiais e Método

O experimento é uma prototipagem que propõe uma ação de mecanização ou automatização da agricultura, através da programação de um sistema de arduíno, em um protótipo que deve ser capaz de se locomover livremente em espaços predeterminados e ejetar sementes. O experimento passou pelas seguintes etapas.

- Programação do Arduino.

  Foi selecionado um código arduíno já existente, encontrado na internet. Segue o link do site e o código.

  https://www.filipeflop.com/blog/construa-seu-robo-que-desvia-de-obstaculos-com-arduino/

```
#include <Ultrasonic.h>

/* Definições dos GPIOs para leitura do sensor ultrasonico */
#define GPIO_TRIGGER     12
#define GPIO_ECHO        11

/* Definições de operação do sensor ultrasônico */
#define DISTANCIA_MINIMA_CM                10.0 //cm
#define TEMPO_ENTRE_LEITURAS_DE_DISTANCIA  250  //ms

/* Definições para controle dos dois motores */
#define IN_1      3
#define IN_2      4
#define IN_3      5
#define IN_4      6

/* Definições dos motores a serem controlados */
#define MOTOR_A                      0x00
#define MOTOR_B                      0x01

/* Definições das ações dos motores */
#define ACAO_FREIO                   0x00
#define ACAO_MOVIMENTO_ANTI_HORARIO  0x01
#define ACAO_MOVIMENTO_HORARIO       0x02
#define ACAO_PONTO_MORTO             0x03

/* Definições de sentido de giro (em caso de obstáculo) */
#define SENTIDO_GIRO_ANTI_HORARIO    0x00
#define SENTIDO_GIRO_HORARIO         0x01

/* Definições do desvio de objetos */
#define ESTADO_AGUARDA_OBSTACULO     0x00
#define ESTADO_GIRANDO               0x01

/* Variáveis e objetos globais */
Ultrasonic ultrasonic(GPIO_TRIGGER, GPIO_ECHO);
char ultimo_lado_que_girou = SENTIDO_GIRO_ANTI_HORARIO;
char estado_desvio_obstaculos = ESTADO_AGUARDA_OBSTACULO;

/* Protótipos */
void configura_gpios_controle_motor(void);
void controla_motor(char motor, char acao);
float le_distancia_sensor_ultrasonico(void);
void maquina_estados_desvio_obstaculos(float distancia_obstaculo);

/* Função: configura GPIOs de controle do L298N como output
 * Parâmetros: nenhum
 * Retorno: nenhum
 */
void configura_gpios_controle_motor(void)
{
```

```
    pinMode(IN_1, OUTPUT);
    pinMode(IN_2, OUTPUT);
    pinMode(IN_3, OUTPUT);
    pinMode(IN_4, OUTPUT);
}

/* Função: controle um motor (freia, movimento anti-horário, movimento horário
 *         ou ponto morto)
 * Parâmetros: motor a ser controlado e ação desejada
 * Retorno: nenhum
 */
void controla_motor(char motor, char acao)
{
    int gpio_1_motor = 0;
    int gpio_2_motor = 0;

    /* seleciona os GPIOs de acordo com o motor desejado */
    switch(motor)
    {
        case MOTOR_A:
            gpio_1_motor = IN_1;
            gpio_2_motor = IN_2;
            break;

        case MOTOR_B:
            gpio_1_motor = IN_3;
            gpio_2_motor = IN_4;
            break;

        default:
            /* Motor inválido. Nada mais deve ser feito nesta função */
            return;
    }

    /* Controla o motor conforme ação desejada */
    switch(acao)
    {
        case ACAO_FREIO:
            digitalWrite(gpio_1_motor, HIGH);
            digitalWrite(gpio_2_motor, HIGH);
            break;

        case ACAO_MOVIMENTO_ANTI_HORARIO:
            digitalWrite(gpio_1_motor, LOW);
            digitalWrite(gpio_2_motor, HIGH);
            break;

        case ACAO_MOVIMENTO_HORARIO:
            digitalWrite(gpio_1_motor, HIGH);
            digitalWrite(gpio_2_motor, LOW);
            break;

        case ACAO_PONTO_MORTO:
            digitalWrite(gpio_1_motor, LOW);
            digitalWrite(gpio_2_motor, LOW);
            break;

        default:
            /* Ação inválida. Nada mais deve ser feito nesta função */
            return;
```

```
    }
}

/* Função: faz leitura da distância (em centímetros) de obstáculo a frente do robô
 * Parâmetros: nenhum
 * Retorno: distância (cm)
 */
float le_distancia_sensor_ultrasonico(void)
{
    float distancia_cm = 0.0;
    long microsec = 0;

    microsec = ultrasonic.timing();
    distancia_cm = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
    return distancia_cm;
}

/* Função: maquina de estado responsavel por controlar o desvio de obstáculos
 * Parâmetros: distância de obstáculo a frente
 * Retorno: nenhum
 */
void maquina_estados_desvio_obstaculos(float distancia_obstaculo)
{
    switch(estado_desvio_obstaculos)
    {
        case ESTADO_AGUARDA_OBSTACULO:
            if (distancia_obstaculo <= DISTANCIA_MINIMA_CM)
            {
                /* Obstáculo encontrado. O robô deve girar para
                   desviar dele */
                Serial.println("[MOVIMENTO] Obstaculo encontrado!");

                /* Alterna sentido de giro para se livrar de obstáculos
                   (para otimizar o desvio de obstáculos) */
                if (ultimo_lado_que_girou == SENTIDO_GIRO_ANTI_HORARIO)
                    ultimo_lado_que_girou = SENTIDO_GIRO_HORARIO;
                else
                    ultimo_lado_que_girou = SENTIDO_GIRO_ANTI_HORARIO;

                estado_desvio_obstaculos = ESTADO_GIRANDO;
            }
            else
            {
                Serial.println("[MOVIMENTO] Sem obstaculos a frente");

                /* Se não há obstáculos, continua em frente */
                controla_motor(MOTOR_A, ACAO_MOVIMENTO_HORARIO);
                controla_motor(MOTOR_B, ACAO_MOVIMENTO_HORARIO);
            }

            break;

        case ESTADO_GIRANDO:
            if (distancia_obstaculo > DISTANCIA_MINIMA_CM)
            {
                /* Não há mais obstáculo a frente do robô */
                estado_desvio_obstaculos = ESTADO_AGUARDA_OBSTACULO;
            }
            else
            {
```

```
                    if (ultimo_lado_que_girou == SENTIDO_GIRO_ANTI_HORARIO)
                    {
                        controla_motor(MOTOR_A, ACAO_MOVIMENTO_ANTI_HORARIO);
                        controla_motor(MOTOR_B, ACAO_MOVIMENTO_HORARIO);
                        Serial.println("[MOVIMENTO] Girando no sentido anti-horario..."
                    }
                    else
                    {
                        controla_motor(MOTOR_A, ACAO_MOVIMENTO_HORARIO);
                        controla_motor(MOTOR_B, ACAO_MOVIMENTO_ANTI_HORARIO);
                        Serial.println("[MOVIMENTO] Girando no sentido horario...");
                    }
                }

                break;
        }
    }

    void setup()
    {
        Serial.begin(115200);

        /* Configura GPIOs de controle do L298N como output e coloca motor em condição
        configura_gpios_controle_motor();
        controla_motor(MOTOR_A, ACAO_FREIO);
        controla_motor(MOTOR_B, ACAO_FREIO);
    }

    void loop()
    {
        float distancia_a_frente = 0.0;

        distancia_a_frente = le_distancia_sensor_ultrasonico();
        Serial.print("* Distancia lida: ");
        Serial.print(distancia_a_frente);
        Serial.println("cm");

        /* Verifica se há obstáculo a frente */
        maquina_estados_desvio_obstaculos(distancia_a_frente);

        delay(TEMPO_ENTRE_LEITURAS_DE_DISTANCIA);
    }
```

- Design e Construção.

O design do carro, foi desenvolvido um protótipo de baixa fidelidade com o intuito de definir as dimensões do protótipo (rodas, corpo, mecanismos internos e

externos etc.), os materiais a serem usados e as tarefas que cada membro da equipe seria encarregado de fazer. Segue abaixo a imagem do primeiro protótipo.

Construção do protótipo com materiais reciclados.

Resultados e Discussão

1 programação:

Etapa 1-

A primeira progamação escolhida não cumpre todos os requisitos, uma vez que apenas permite com que o protótipo ande para frente, não evitando obstáculos causados pela diferença no relevo.

Etapa 2-

A segunda programação escolhida, apesar de permitir com que o protótipo mude sua rota ao detectar paredes, as portas das placas utilizadas no protótipo não eram compatíveis com a programação.

2. prototipagem da sementeira

Etapa 1-

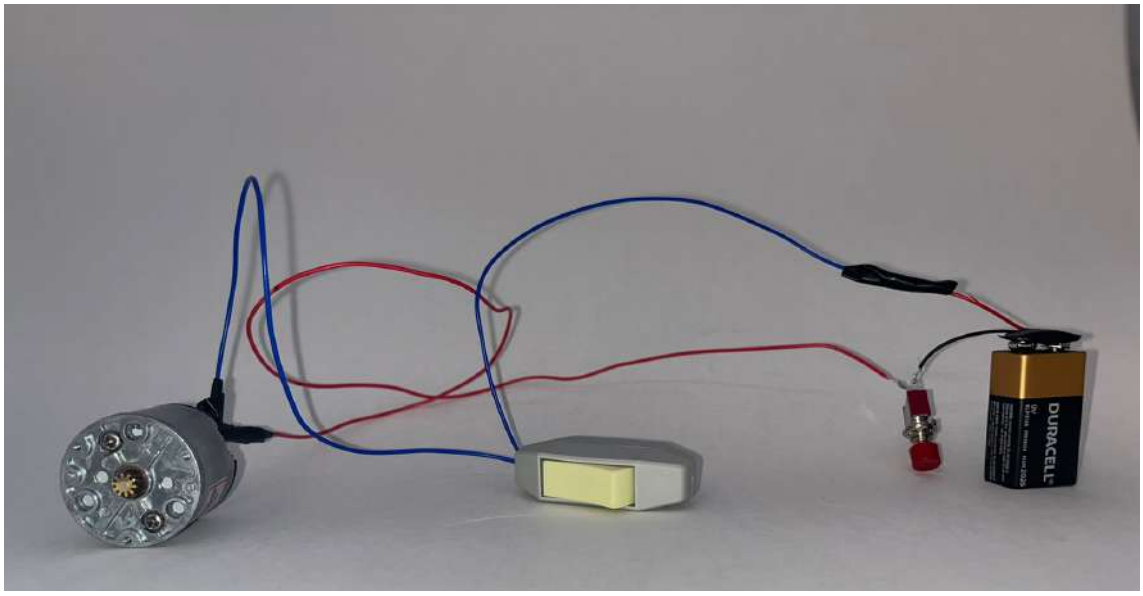
Foi utilizado um motor de 6W com caixa de redução acoplada a uma tampinha de garrafa, porém o buraco da tampinha era muito grande, com isso um número maior de sementes caia a cada rotação

Etapa 2-

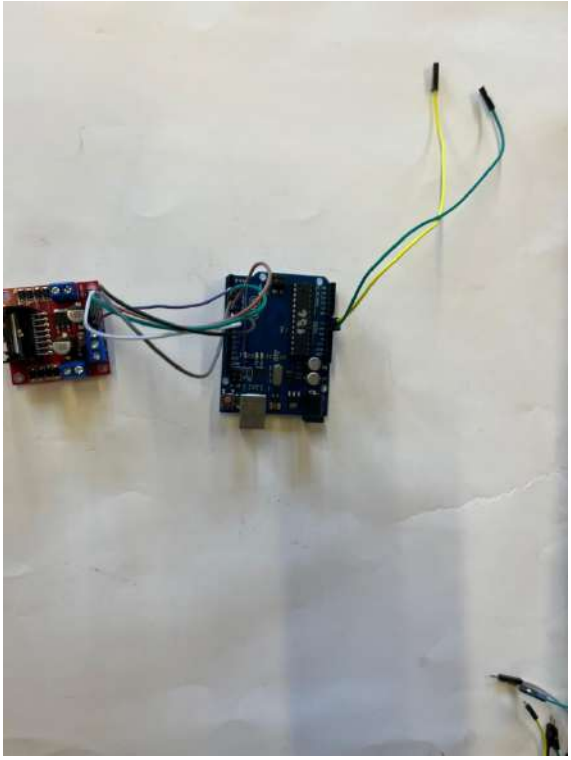
Utilizou-se o mesmo motor de 6W com caixa de redução para rodar uma bola conectada a um funil contendo sementes, que a cada rotação dispersava uma semente de feijão no solo, porém as rotações por minuto do motor são muito elevadas, resultando na falta de espaçamento entre as sementes plantadas.

Etapa 3-

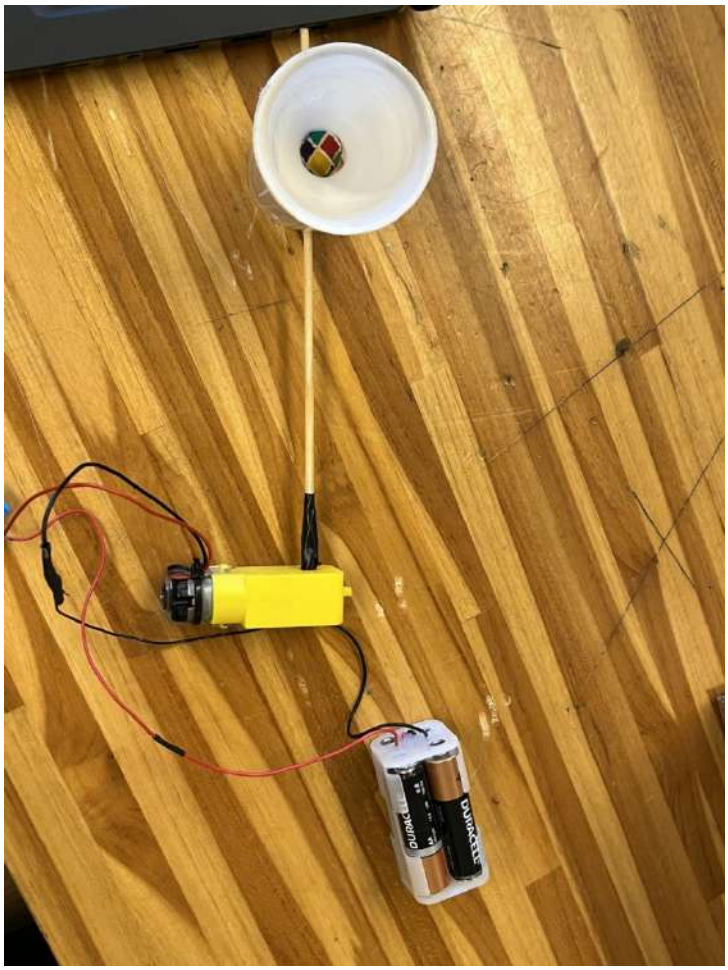
Um motor de 3W com caixa de redução foi utilizado para tentar resolver o problema da proximidade entre as sementes depositadas, no entanto a rotatividade do motor continua sendo superior à requisitada.



A imagem 1 mostra o circuito inicial que foi feito, ele serve para ativar o motor que irá girar a roda, por enquanto ele é ativado a partir de um interruptor e tem um botão de emergência caso de problema no interruptor



A imagem 2 mostra o primeiro circuito feito com o Arduino, que permitia a locomoção do protótipo.



A imagem 3 mostra o sistema da sementeira

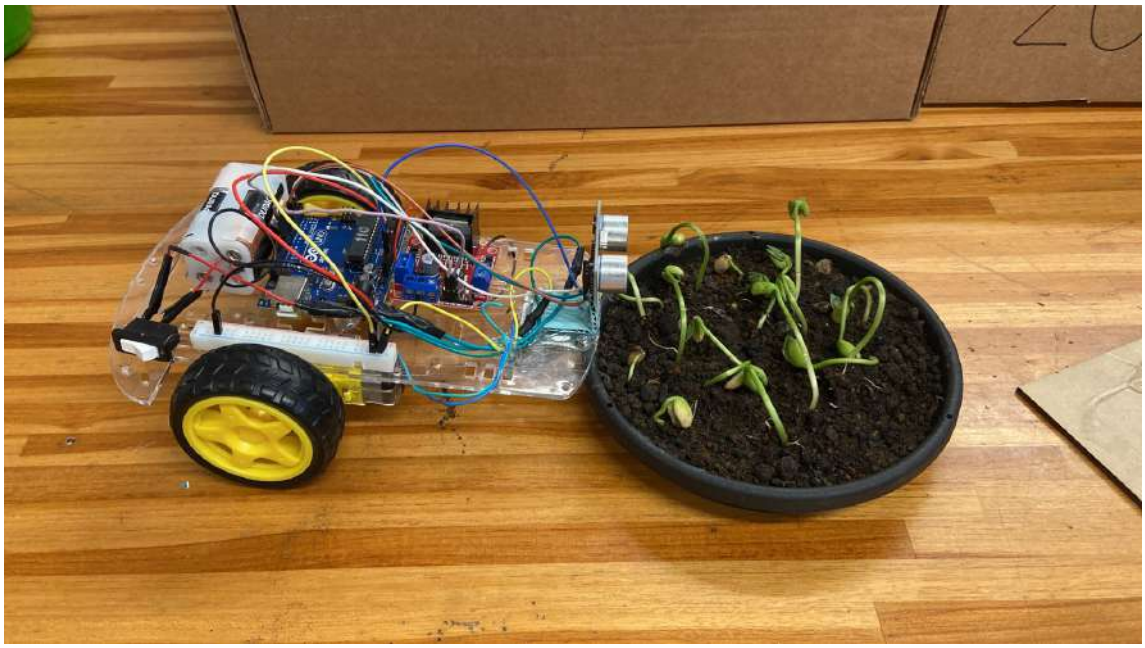


Imagem 4: Protótipo montado ao lado dos feijões plantados pelo grupo.

Conclusão

Dessa forma pode se dizer que a ideia inicial de ajudar as pessoas a conseguirem plantar de forma autônoma a partir de um robô que faça esse trabalho por elas e dessa forma não degradar o solo foi concluída parcialmente já que a sementeira (mecanismo responsável pelo despejo de sementes) foi concluída de forma excepcional, já o carro em si não conseguiu ser concluído por conta de diversos problemas que o grupo experenciou durante o trabalho como a programação e a queima da ponte H.

Nessa situação percebe-se que o trabalho é muito complexo e necessita de diversas etapas para ser efetivo, não sendo algo fácil para a produção das pessoas em casa que se interessassem.

Referências

- BERTOLETI, Pedro. **CONSTRUA UM ROBÔ QUE DESVIA DE OBSTÁCULOS COM ARDUINO.** Disponível em: https://www.filipeflop.com/blog/construa-seu-robo-que-desvia-de-obstaculos-com-arduino/. Acesso em: 08/06/2022
- NARDI, Marlon. **UNIVERSO ROBÔS #1.** Disponível em: https://professormarlonnardi.blogspot.com/p/universo-robos-1-como-fazer-um-robo-que.html . Acesso em: 08/06/2022

- GARATTONI, Bruno. **O ROBÔ AGRICULTOR.** Disponível em: https://super.abril.com.br/tecnologia/o-robo-agricultor/#:~:text=O%20rob%C3%B4%20se%20chama%20LaserWeeder,canh%C3%B5es%20laser%20de%20150%20watts. . Acesso em: 15/05/2022
- EMBRAPA. **AUTOMACAO E AGRICULTURA DE PRECISAO.** Disponível em: https://www.embrapa.br/tema-mecanizacao-e-agricultura-de-precisao/nota-tecnica#:~:text=A%20automa%C3%A7%C3%A3o%20agropecu%C3%A1ria%20pode%20ser,a%20capacidade%20de%20trabalho%20humano. . Acesso em: 13/04/2022
- DE LUCCA, Laércio. **AUTOMACAO NA AGRICULTURA: 5 MOTIVOS PARA APLICAR NA SUA LAVOURA.** Disponível em: https://eescjr.com.br/blog/automacao-na-agricultura-5-motivos-aplicar-sua-lavoura/#:~:text=Um%20processo%20%C3%A9%20dito%20automatizado,controlados%20por%20computadores%20e%20sensores. . Acesso em: 13/04/2022
- CRAVO, Edilson. **ROBÓTICA COM ARDUINO: O QUE É E COMO USAR?** Disponível em: https://blog.kalatec.com.br/robotica-com-arduino/ **.** Acesso em: 20/06/2022.

Efeitos biológicos das bactérias, sob o efeito das radiações UV-A e UV-B

Davi de Toledo Rodovalho Podval, Fernando Marcelino Cidade Wematsu, Miguel Oliveira de Azevedo Barros, Victor Garibaldi Kagawa

Professor(a) orientador(a): Fabrício Masutti
Colégio Bandeirantes

Resumo

Bactérias são essenciais para a manutenção da vida humana e são utilizadas em diversas atividades, como na produção de comida e álcool. Sabendo sua resistência e sobrevivência à radiação ultravioleta permitiria seu uso em atividades sob essas condições, incluindo exploração e colonização do espaço, o que, aos poucos, se tornam soluções mais concretas para os problemas da Terra. Por esses motivos, o grupo decidiu testar os efeitos da radiação ultravioleta na *Escherichia coli* para comprovar a hipótese de que o crescimento bacteriano seria altamente afetado por ela. As colônias foram desenvolvidas em meio e distribuídas igualmente em três placas de Petri. Cada um deles foi submetido a diferentes fontes de luz, que consistiam em exposição contínua ao branco, luz UV ou escuridão completa. Este último foi o controle do experimento; portanto, determinou os fatores constantes no experimento. O experimento controle apresentou o menor nível de crescimento, enquanto as bactérias expostas à luz normal estavam em quantidade um pouco maior do que aquelas expostas à luz UV, o que significa que a radiação reduz o crescimento bacteriano, mas não o suficiente para ser significativamente prejudicial. Em conclusão, a hipótese do grupo foi refutada e é possível usar bactérias, mesmo em condições radioativas, sem maiores consequências ou inconveniências.

Palavras-chave: Radiação; Ultravioleta; Bactérias; Escherichia coli;

Abstract

Bacteria are essential to the maintenance of human life and are used in various activities, such as food and alcohol production. Knowing their resistance and survivability to radiation would allow their usage on activities under such condition, including exploration and colonization of space, which, gradually, become more concrete solutions to some of earth's problems. For those reasons, the group decided to test the effects of ultraviolet radiation on Escherichia coli to prove the hypothesis that bacterial growth would be highly affected by it. The colonies were developed on a medium and were distributed equally to three Petri dishes. They were each subject to different light sources, which consisted of continuous exposition to white, UV light or complete darkness. The latter was the control of the experiment; therefore, it determined the constant factors in the experiment. The control experiment showed the lowest level of growth, while the bacteria exposed to normal light were in a slightly larger quantity than those exposed to UV light, meaning that radiation reduces bacterial growth, but not enough to be significantly prejudicial. In conclusion, the group's hypothesis was refuted and it's possible to use bacteria, even under radioactive conditions, without major consequences or drawbacks.

Keywords: Radiation; Ultraviolet; Bacteria; Escherichia coli;

Introdução

A humanidade utiliza bactérias há muito tempo. Exemplos históricos são a produção de pão no Egito Antigo (RUBEL, 2011) e a produção de saquê no Japão, iniciada há aproximadamente 1300 anos (KITAGAKI & KITAMOTO, 2013). Além disso, atualmente, eles são utilizados (ZAGURSKY, 2018) na produção de vacinas, antibióticos e até mesmo de hormônios, como é o caso da insulina. Esses usos mostram como esses seres vivos são essenciais para a existência humana. Por isso, é necessário saber como utilizá-los e quais são suas limitações. Um dos fatores que podem matá-los é à radiação ultravioleta. Assim, o grupo pretende investigar qual o efeito dessa radiação nas bactérias. Caso elas sejam mortas por ela, a radiação poderá ser utilizada para matar bactérias em métodos de tratamento de esgoto, por exemplo. Caso elas permaneçam vivas, poderão ser estudadas para atividades que envolvem altos níveis de radiação, como a exploração espacial (CDC, 2021).

A radiação ultravioleta é definida como toda radiação com comprimento de onda (distância de um pico a outro da onda) menor que 400nm (figura 1) sendo muito prejudicial aos seres vivos. Este intervalo pode ser subdividido em Ultravioleta A (UV-

A) (315-400 nm), geralmente responsável por alterações na pele humana, como o surgimento de rugas e o bronzeamento; Ultravioleta-B (UV-B) (280-315 nm), que pode

causar queimaduras e eventualmente levar a câncer de pele; Ultravioleta-C (UV-C) (200-280 nm), denominado faixa germicida, uma vez que efetivamente inativa bactérias e vírus (CHOUDARY & BANDLA, 2012).

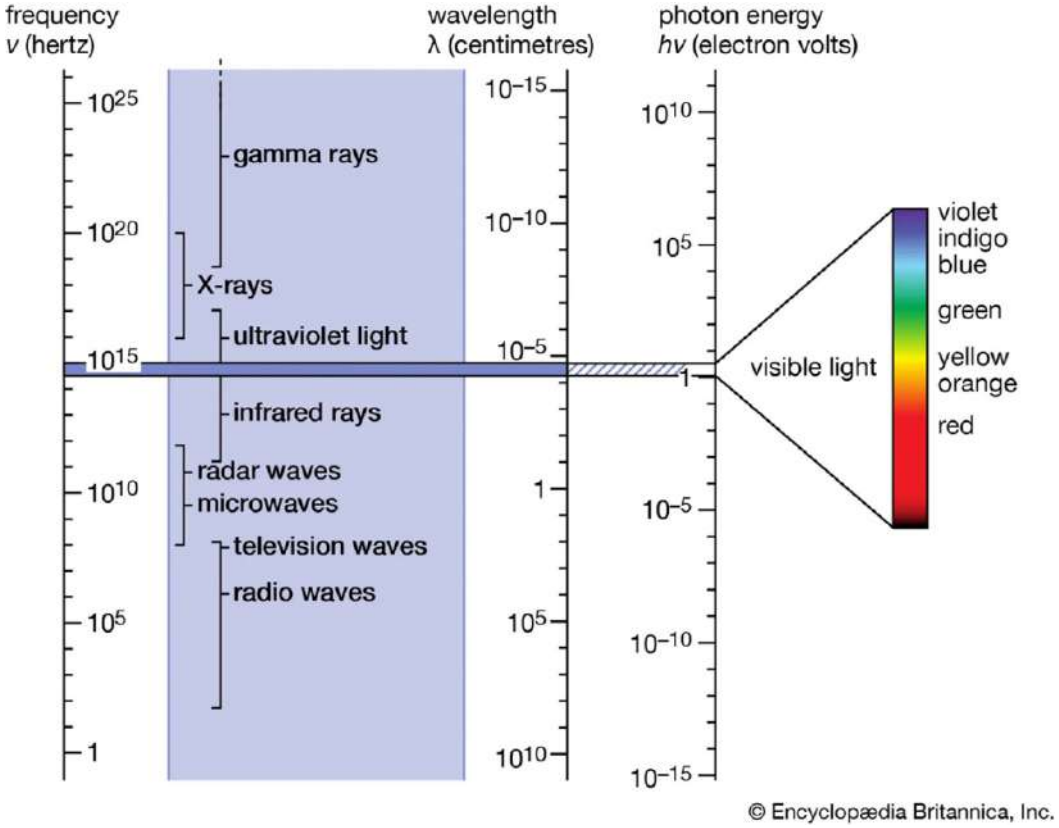


Figura 1: Diferentes regiões do espectro luminoso de acordo com o comprimento de onda. (ENCICLOPÉDIA BRITANNICA)

O método de desinfecção por irradiação ultravioleta (UV) vem sendo frequentemente utilizado para substituição ou complementação de outros métodos como a pasteurização e desinfecção por cloro e seus derivados em alimentos como sucos de frutas (LIU et al., 2020). Em alimentos sólidos é comumente utilizado para tratar a sua superfície (ARAQUE et al., 2017). A desinfecção é o processo físico ou superfícies, com exceção de esporos bacterianos (COORDENAÇÃO DE CONTROLE

DE INFECÇÃO HOSPITALAR, 1994). A radiação Ultravioleta-C é um tipo de desinfecção que ocorre por meio físico. A atmosfera terrestre filtra a maior parte da radiação que o Sol emite, permitindo a vida na Terra, por meio da camada de ozônio, a qual é responsável pela absorção dessa radiação. (LEUN, 2004)

Há muitos organismos no reino Monera e seria impossível testar a radiação em todos eles. Dito isso, os testes serão realizados em apenas certos indivíduos desse grupo. Por conta de a estrutura molecular das bactérias ser parecida, os resultados serão semelhantes, independentemente do indivíduo escolhido (BITESIZEBIO, 2021). Portanto, para esse experimento, será utilizada a *Escherichia coli*. Ela é uma bactéria que habita naturalmente o intestino das pessoas e de alguns animais, sem que haja qualquer sinal de doença. No entanto, em algumas situações, a E. coli pode ser nociva para as pessoas. Ela entra no organismo devido ao consumo de alimentos contaminados, por exemplo, causando gastroenterite com diarreia intensa e muco ou sangue. (NATARO & KAPER, 1998).

Devido à necessidade de descobrir o que acontece com os membros do reino montra após a exposição à radiação, a pergunta de pesquisa é: Qual o efeito biológico sobre as bactérias após serem expostas às radiações UV-A e UV-B?.

Objetivos

Objetivo geral:

- Analisar o efeito biológico sobre as bactérias após serem expostas às radiações UVA e UVB.

Objetivos específicos:

- Pesquisar como cultivar uma cultura de bactérias adequadamente;

- Investigar métodos de detecção da quantidade de radiação UV;

- Verificar a sensibilidade de bactérias E. Coli às radiações UVA e UVB;

- Determinar as variáveis físicas (temperatura, umidade etc.) que podem causar efeitos biológicos inesperados no experimento;

Materiais e Método

Materiais:

- 1 Luz negra (ultravioleta)

- 1 Lâmpada branca

- Recipiente com bactérias E. coli

- 4 placas de petri

- 1 microscópio

- Ponteira e 15 microlitros

Método:

Primeiramente, é importante mencionar que o objetivo principal do experimento é comprovar a hipótese de que, se as bactérias E. coli forem expostas a qualquer tipo de luz ou radiação (Ultravioleta e solar), uma grande parte das colônias será morta.

Para o controle do experimento, foram utilizadas as seguintes constantes: pressão de 1021 hPA; umidade padrão da sala; temperatura de 25 °C.

Os níveis testados foram: bactérias sem exposição a qualquer luz; exposição à luz solar constante (luz branca); exposição à luz artificial, emissora de radiação ultravioleta e sem exposição a qualquer luz. A variável dependente foi o número de bactérias vivas. Para contar o número de bactérias, o grupo utilizou o método de contagem “Unidade Formadora de Colónias” (UFC), na qual consiste numa unidade de medida usada para estimar o número de bactérias ou fungos viáveis - isto é, capazes de se multiplicar mediante fissão binária sob condições controladas - de uma amostra.

O experimento, em si, foi realizado por dois integrantes do grupo, juntamente com a professora orientadora. Para a realização desse projeto, foi necessário que as placas de petri fossem limpas e secas, antes do início do trabalho. Após isso, preparou e esterilizou-se uma solução de ágar-ágar (figura 2) . Utilizaram-se, além da substância, uma autoclave (figura 3)

e água destilada (figura 4). Por fim, introduziu-as nas placas e esperou que a substância “se solidificasse”.

Figura 2: ágar-ágar Figura 3: auto-clave Figura 4: águadestilada

As bactérias E. coli compradas foram aquelas liofilizadas (figura 5). Para preparar a solução bacteriana, o grupo dissolveu os seres vivos com água destilada

.

Figura 5: Alça e as bactérias liofilizadas

No primeiro dia, o grupo separou os equipamentos e preparou a solução de ágar-ágar e. Para tal, foram misturados 500 ml de água destilada e 10 gramas de ágar-ágar (numa proporção de 20g de ágar-ágar para 1 litro de água destilada), até serem diluídos completamente (figura 6). Depois disso, a mistura foi transferida a dois schotts, ambos contendo 250 ml de capacidade (de modo que o conteúdo não transbordasse).

Figuras 6: 10,5 gramas de ágar; mistura de ágar com água; Schott dentro da autoclave destilada

Após esse processo, os recipientes foram inseridos na autoclave, juntamente com 250 ml de água destilada no fundo. A porta foi completamente fechada e iniciou- se o processo; esperaram-se 40 minutos para que a solução fosse esterilizada. A pressão foi dissipada, por meio de uma mangueira e temperatura abaixou naturalmente. Os recipientes esfriaram, as misturas foram inseridas nas placas de petri e esperou que elas se solidificassem (figuras 7)

Figuras 7: inserção das bactérias nos meios

No segundo dia, as bactérias foram dissolvidas, utilizando 1ml de água destilada, e foram inseridas nos quatro meios preparados no dia anterior. Esperaram- se quatro dias para que as colônias se desenvolvessem. No entanto, o grupo não inseriu uma substância nutritiva e as bactérias morreram. Ao invés disso, houve o crescimento de fungos, como apresentado na figura 8.

Figura 8: colônias com o crescimento de fungo

Para criar uma colônia, o grupo repetiu as etapas anteriores, adicionando Mueller Hinton (contendo timidina, timina, cálcio e magnésio) ao meio. Entretanto, as bactérias não apresentaram grandes sinais de desenvolvimento e foram inseridas em uma estufa a 37,5°C. As bactérias conseguiram se desenvolver; os meios, no entanto, derreteram. Portanto, a as colônias foram transferidas a outras placas de petri, onde permaneceram intactas durante quatro dias.

As bactérias, mesmo se desenvolvendo, apresentaram um padrão incomum do crescimento da E. coli: essa espécie tende a formar ‘riscos’, enquanto as das placas, geraram marcas pontuais (figura 9).

Figura 9: bactéria desenvolvida

Desse modo, o grupo decidiu realizar um “Teste de coloração Gram”, para testar se a colônia sendo desenvolvida era, de fato, a E. coli. Para tal, o grupo seguiu os seguintes passos, conforme o indicado pela professora orientadora:

1. Inserir uma parte das bactérias em uma lâmina do microscópio;
2. Adicionar corante violeta e esperar um minuto;
3. Adicionar água;
4. Adicionar lugol e esperar um minuto;
5. Adicionar água;
6. Adicionar álcool e esperar dez segundos;
7. Adicionar fucsina e esperar trinta segundos

Após esse processo, pode-se concluir que a colônia desenvolvida, era, na verdade composta por uma bactéria gram positiva (pois apresentava uma coloração rosada, em contraste com a E. coli, gram negativa, que apresenta tons de roxo), sendo, provavelmente, a Micrococcus spp (figura 10).

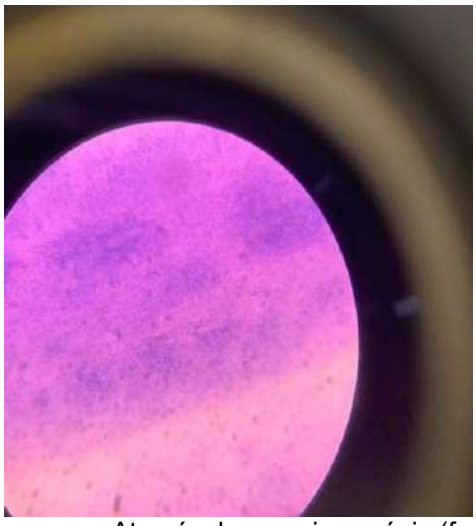


Figura 10: imagem da Micrococus spp. Através de um microscópio (fonte: imagem capturada pelo grupo).

Desse modo, foi feita uma terceira tentativa. Entretanto, não foram utilizadas placas de petri, e sim tubos de ensaio. As bactérias foram misturadas com o caldo nutritivo sem o meio (figura 11).

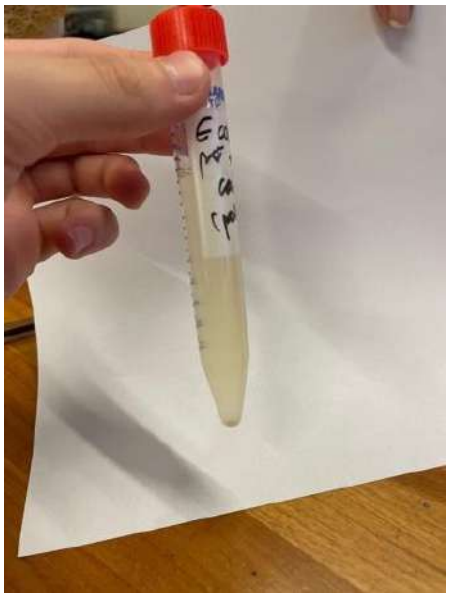
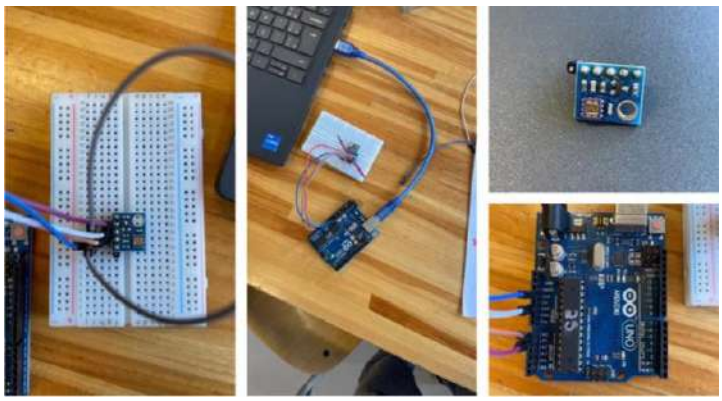


Figura 11: bactérias com caldo nutritivo

Figura 12: micropipeta e agulhas

Na semana seguinte, as soluções dentro dos tubos de ensaio foram inseridas nos meios, por meio de uma micropipeta e ponteiras descartáveis, cada uma com 15 µml (figura 12).

Após isso, elas foram postas em uma estufa e expostas aos seus respectivos índices de radiação UV. Para tal, antes do início do experimento com as bactérias, foi programado um sensor de Arduino para medir os níveis (figuras 13).



Figuras 13: sensor UV e arduíno

Para manter os meios a 37ºC, a temperatura adequada para o crescimento das culturas, foram utilizadas uma lâmpada aquecedora, branca e de UV (figura 14).

Figura 14: Luz aquecedora, branca e UV respectivamente

Ao longo de 10 dias, as placas foram analisadas, diariamente, observando se houve alguma mudança no número de bactérias. Finalmente, o grupo pode analisar o crescimento final destas, a partir do método UFC, separando as placas em quatro setores (figuras 15 a 17).

Figura 15: placa dividida em quatro quadrantes

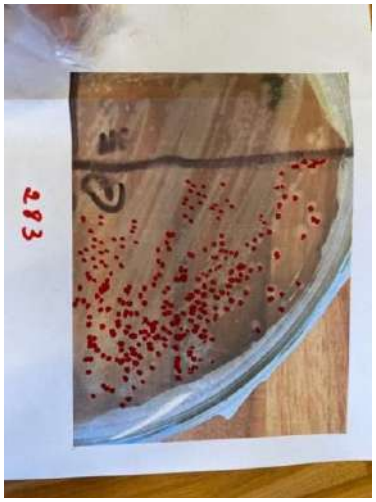


Figura 16: contagem dos quadrantes

Figura 17: placas das colônias expostas à radiação UV, aquecedora e branca (controle)

Após a contagem, concluiu-se que a placa que apresentou maior crescimento foi a exposta à luz aquecedora, seguido da UV e o controle.

Resultados e Discussão

Resultados:

O grupo, inicialmente, não teve acesso às bactérias e, portanto, não pôde realizar o experimento. Entretanto, durante esse período, foi possível programar, por meio do Arduino (figura 19), um sensor de luz ultravioleta. A figura 16 mostra uma placa de Arduino conectada ao computador, onde há um programa para a medição de radiação UV. Entretanto, não pôde ser utilizado posteriormente no experimento, uma vez que não funcionou corretamente. Além do sensor, o grupo pesquisou maneiras cultivar uma colônia de bactérias E. coli.

O grupo também investigou diferentes formas de contagem de bactérias, e chegou à conclusão de que a melhor maneira era contar cada colônia a olho nu e medir a quantidade em unidades de formação de colônia. Após a contagem, concluiu- se que a placa que apresentou maior crescimento foi a exposta à luz aquecedora, seguido da UV e o controle, como apresentado na tabela.

Nível	Unidade de formação de colônias
Controle	236
Lâmpada normal	420
Lâmpada de luz negra	283

Tabela 1: quantidade de colônias em cada nível, medida por unidades de formação de colônias

Discussão:

A hipótese inicial do grupo era a de que a radiação UV diminuiria o crescimento das *E. coli.* As bactérias no meio de controle cresceram menos que as expostas à luz e à UV. Portanto, é possível chegar à conclusão de que a hipótese do grupo foi refutada, já que a radiação ultravioleta não afetou o crescimento dos seres procariontes.

Em experimento parecido (MCCAMBRIDGE; MCMEEKIN, 1981), cientistas chegaram à mesma conclusão. Entretanto, o procedimento deles foi feito com a luz solar, enquanto o que o grupo fez utilizou lâmpadas. Outra pesquisa

(RAMABHADRAN; JAGGER, 1976), mostra que a radiação UV limita a atividade de síntese de RNAt nas *E. coli*, o que reduz a produção de proteínas. Porém, isso não foi suficiente para reduzir significativamente o crescimento das culturas.

Um erro do grupo foi não ter feito mais de uma tentativa para cada nível, já que isso diminuiria a chance de obter resultados equivocados. Ademais, também poderia ter havido mais cuidado na primeira tentativa de cultivar os meios, uma vez que o caldo nutritivo não foi colocado por distração. Na segunda tentativa, o grupo poderia ter se comunicado com a equipe do laboratório para que a estufa não tivesse a temperatura aumentada.

Conclusão

A hipótese inicial de que a radiação ultravioleta afeta bactérias E. Coli foi refutada. Contudo, os objetivos específicos e geral ainda puderam ser concluídos, posto que foi realizada uma análise sobre o efeito biológico sobre as bactérias após serem expostas às radiações UVA e UVB, por meio de um sensor e lâmpadas UV. Também foi possível pesquisar como cultivar uma cultura de bactérias e através dessas pesquisas, foi possível colocar esse cultivo em prática. Os objetivos que envolviam a investigação de métodos de detecção da quantidade de radiação UV e a verificação da sensibilidade de bactérias E. Coli às radiações UVA e UVB puderam ser concluídos por meio de um sensor de radiação e observação do crescimento das bactérias E. Coli enquanto em contato com a radiação UVA e UVB, respectivamente. Finalmente, chegou-se à conclusão de que, na intensidade presente em lâmpadas de luz negra, o impacto das radiações UVA e UVB nas bactérias E. Coli é irrisório, representando cerca de 60% do resultado em lâmpada normal, e, apesar de comprometer o desenvolvimento pleno da cultura, não impede seu crescimento definitivo.

Referências

- LIU et al. **Atezolixumab plus Bevacizumab in Unresectable Hepatocellular Carcinoma.** The New England Journal of Medicine, 2020. Disponível em: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa1915745. Acesso em: 25/03/2022
- RUBEL, WILLIAM. **Bread: A Global History.** 1ª Edição. Reaktion books Ltd: Londres, 2011.
- KITAGAKI, HIROSHI; KITAMOTO, KATSUHIKO. **Breeding Research on Sake Yeasts in Japan: History, Recent Technological Advances, and Future Perspectives.** Annual Reviews, 2013. Disponível em: https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-food-030212-182545. Acesso em 22/06/22.

- Choosing The Right Bacterial Strains for Your Lab. BiteSizeBio, 2021. Disponível em: https://bitesizebio.com/55858/bacterial-strains-for-lab/. Acesso em: 25/03/2022.
- McCAMBRIDGE, J.; McMEEKIN, T. **Effect of Solar Radiation and Predacious Microorganisms on Survival of Fecal and Other Bacteria**. Applied and Environmental Microbiology, Vol. 41, 1981, p. 1083-1087. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/pdf/10.1128/aem.41.5.1083- 1087.1981?download=true>. Acesso em: 09/03/2022.
- RAMABHADRAN, T. V.; JAGGER, J. **Mechanism of growth delay induced in Escherichia coli by near ultraviolet radiation.** Biochemistry, Vol. 73, p. 59-63, 1976. Disponível em: https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.73.1.59. Acesso em: 02/09/2022.
- COORDENAÇÃODE CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR. **Processamento de Artigos e Superfícies em Estabelecimentos de Saúde.** 1ª Edição. Editora Brasília: Brasília, 1994.
- ARAQUE et al. **Role of UV-B irradiation dose and intensity on color retention and antioxidant elicitation in broccoli florets.** Postharvest Biology and Technology, Vol. 28, 2017, p. 76-82. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521416302125>. Acesso em: 25/03/2022.
- LEUN. **The ozone layers**. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology, 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0781.2004.00091.x>. Acesso em: 25/03/2022.
- CHOUDARY, R; BANDLA, S. **Ultraviolet pasteurization for Food Industry.** International Journal of Food Science and Nutrional Engineering. 2012. Disponível em: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1084.7112&rep=rep1&type=pdf. Acesso em: 25/03/2022.
- CDC. **Ultraviolet Radiation.** CDC, 2021 Disponível em: https://www.cdc.gov/nceh/radiation/ultraviolet.htm . Acesso em: 24/06/2022

Figura 1: ENCICLOPÉDIA BRITANNICA. **Eletromagnetic spectrum**. Britannica. 2017. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/electromagnetic- spectrum>. Acesso em: 25/03/2022.

Estudo sobre Captadores de Guitarra

Gabriel Felizzola Viana, João Henrique Mitne Teixeira, Stefanos Eudoxios Anasassiadis
Professor(a) orientador(a): Fabrício Masutti
Colégio Bandeirantes

Resumo

A música é fundamental a nossas vidas. Uma simples canção pode juntar um grupo de indivíduos e influenciar fortemente emoções, permitindo experenciar, num curto período, sensações de uma vida inteira. Tão poderosa é sua habilidade de manipular emoções que a música é influente no mundo todo. O projeto visa a criação e o estudo de um captador de guitarra, que simboliza a importância da música. O captador é essencialmente uma bobina e, para transformar energia mecânica em corrente elétrica, fio de cobre é enrolado cercando uma estrutura específica, aproximadamente 8000 vezes. Portanto, uma hipótese foi elaborada para ilustrar o projeto: quanto mais enrolamentos, maior é a corrente elétrica criada. Nós desenvolvemos um método que realiza os enrolamentos, que consiste numa máquina que enrola o fio de cobre. Devido à finura do fio de cobre, o maior número de enrolamentos atingidos sem quebrar o fio foi 1330. Resumindo, medindo a resistência elétrica de 247 enrolamentos, razão entre quantidades de enrolamentos e resistência elétrica é de 1,24. Se mais experimentos forem concluídos, o projeto talvez represente importantes descobertas para o estudo de guitarras e seus captadores.

Palavras-chave: Captador; resistência elétrica; música; bobina

Abstract

Music is paramount to our lives. A simple song can bring people together and strongly influence one's emotions, allowing us to experience in a short period of time sensations of a lifetime. So powerful is its ability to manipulate an individual that music's influence is worldwide. The project aims to create and further study a guitar pickup, which symbolizes the importance of music. The pickup is essentially a coil, and in order to

turn his mechanical energy into an electric current, copper wire needs to be wrapped around a specific structure, approximately 8000 times. Therefore, a hypothesis has been developed to illustrate the project: the more coil wraps, the greater is the electric current created. We developed a method that does the wrapping, which consists of a machine that winds the copper wire. Since the copper used was extremely thin, the maximum number of wraps achieved without breaking the wire was 1330. In summary, after measuring the electrical current of 247 wraps, the ratio between wraps and electrical current, in ohms, is 1,24. If properly performed, we believe that the experiment would mean a breakthrough in guitar studies and analysis of pickups.

Keywords: Pickup; electric current; music; coil

Introdução

No mundo atual, cultura é algo universalmente presente na vida humana. São várias suas ramificações, sendo a música uma delas.

Há indícios de música desde a pré-história, quando seres humanos ouviam os sons da natureza e os replicavam. Ao longo de toda linha do tempo da humanidade, a música esteve presente, seja na forma de hinos, cantos, sonatas, músicas, entre outros. Hoje em dia, com a revolução técnico cientifica informacional, é possível escutar música com apenas um clique na tela.

Várias estruturas cerebrais e neurais são compartilhadas pela música e linguagem, ou seja, o treinamento musical pode acarretar um maior desenvolvimento em leitura, fala e percepção sonora. (SALA & GOBET, 2020).

A música simboliza parte da nossa humanidade e cultura, além de trazer inúmeros benefícios cognitivos. Mais do que isso, representa a máxima expressão da subjetividade humana em um caos ordenado em harmonia. Por isso, é algo de suma importância preservação.

A guitarra é um instrumento musical acessível e amplamente tocada ao longo do mundo. Por isso, é um objeto perfeito para estudo, devido a sua popularidade e versatilidade também. Pode-se dizer, portanto que esse instrumento tem a capacidade de disseminar e preservar essa preciosa parte de nossa subjetividade.

Na comunidade científica é aceito que aprender um instrumento musical como uma guitarra aumenta capacidade cognitiva e acadêmica do indivíduo, como memória,

coordenação, cálculo, leitura e concentração, além de liberar certas doses de endorfina, causando felicidade. (VADILLO et al, 2021).

Estrutura de uma guitarra

A guitarra é fragmentada em diversas estruturas que permitem a geração de sons. Sua estrutura é baseada tanto em processos mecânicos (cordas, braço e instituições que constituem o som), quanto em circuitos elétricos (dentro do corpo).

Figura 1: corpo de madeira (alder) da guitarra (stratocaster) (WARREN, 2022)

Corpo da guitarra: o corpo é feito em madeira, geralmente seis tipos: mogno, cedro, alder, maple, basswood ou marupá e revestido em verniz brilhante ou fosco. O tipo de madeira da guitarra determina alguns de seus fatores, como massa total, estética ou até mesmo tonalidade do som. Geralmente madeiras mais pesadas ressoam de forma diferente a madeiras mais leves. O corpo da guitarra pode ser modelado de diversas maneiras, dependendo do modelo ou da estética que se quer atingir. Apresenta rasgos no meio (Figura 1) para inserir o circuito elétrico.

Ponte: a ponte da guitarra (Figura 2) é onde as cordas são presas. Fica na parte inferior do corpo, parafusada a sua madeira. É na ponte que uma alavanca também pode ser presa. A alavanca eleva a ponte, mudando a posição das cordas, alterando a afinação e altura das notas o (afinal a ponte, ao prender as cordas, regula suas tensões) (WARREN, 2O22).

Algumas pontes notáveis são as Floyds Rose, cuja liberdade para regular a tensão das cordas é enorme, a Bigisby, que é um modelo de Floyd Rose, porém mais robusto e antigo e a ponte fixa, presa por parafusos e que mantém a afinação (Os..., 2018).

Figura 2: ponte da guitarra Floyd Rose (WARREN, 2022)

Captadores: os captadores transformam vibrações das cordas em energia elétrica que, por sua vez, é transformada em energia sonora no amplificador. São três captadores numa guitarra convencional, porém o número pode variar dependendo do modelo da guitarra. Há o captador da ponte, que capta sons mais agudos, há o captador do meio do corpo, que capta sons médio-agudos e o captador do braço, que recebe frequências sonoras mais graves.

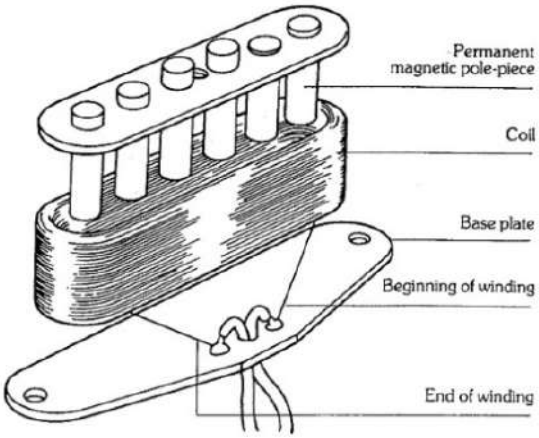


Figura 3: captador tipo single coil (WARREN, 2022)

Os captadores podem ser simples (single coil) (Figura 3) ou duplos (humbucker). Os singles têm como característica sons abertos com agudos e o

humbucker para sons mais graves, pesados e com alto volume de saída. Há também outros tipos, como P-90 ou piezo (WARREN, 2022).

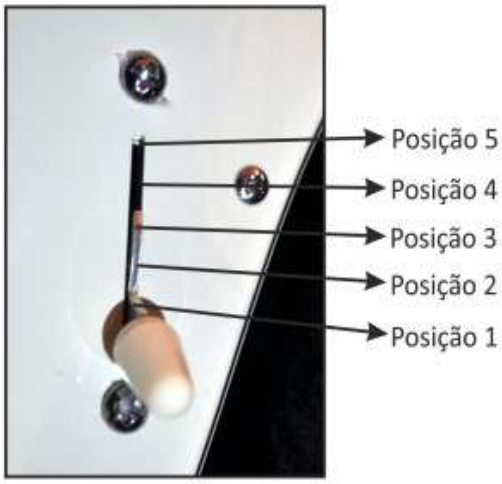
Roldana: suporte para fixar a correia (alça) da guitarra. (WARREN, 2022)

Jack da guitarra: orifício de entrada no corpo da guitarra para encaixar o cabo, de forma a conectá-lo ao circuito elétrico (conector). (WARREN, 2022)

Figura 4: entrada da guitarra (jack) (WARREN, 2022)

Escudo: estrutura de plástico que tampa os buracos do corpo e funciona de suporte para os captadores. Pode ser encaixado ou preso diretamente à madeira (WARREN, 2022).

Chave seletora: liga e desliga certos captadores de acordo com a posição estabelecida. Na figura 5, há um exemplo de chave de 5 posições.



Posição 1 – Captador de ponte ativado

Posição 2 – Captador de ponte + do meio ativado

Posição 3 – Captador do meio ativado

Posição 4 – Captador do meio + do braço ativados

Posição 5 – Captador do braço ativado

Figura 5: exemplo de chave de 5 posições ligando 3 captadores em uma guitarra modelo stratocaster (PETERSON, 2015).

Volume: controla o volume de saída da guitarra, por meio de uma peça giratória conectada diretamente ao circuito interno da guitarra, chamada de potenciômetro (WARREN, 2022).

Tone: muda o timbre dos captadores alterando os agudos do som da guitarra e deixando-o mais ou menos abafado. É controlado por meio de um potenciômetro conectada diretamente ao circuito interno da guitarra (WARREN, 2022).

Braço da guitarra: parte por onde ficam as casas do instrumento e tarraxas da corda. Conforme as casas são pressionadas, o som das cordas muda (WARREN, 2022).

Cabo da guitarra: liga a guitarra ao amplifocador. Sua entrada é P10.

Propriedades do Som:

Os sons apresentam propriedades físicas específicas que mudam a maneira pelo qual o som é propagado. Entre elas:

Frequência: medida em Hertz (Hz). Representa quantas vezes o comprimento da onda do som é repetido em um determinado período. (GRAY, 2000).

Timbre: propriedade do som que permite a distinção entre instrumentos musicais. Uma nota igual num piano é diferente de uma nota igual no violão, e isso é o que

constitui o timbre, que também pode estar relacionado com a composição sonora. (SAMSON, 2006).

Altura do som:(ou pitch em inglês): determina se um som é grave (low pitch) ou agudo (high pitch).

Intensidade do som: Quantidade de energia que as ondas sonoras transferem.

Duração do som: quantidade do tempo que o som ressoa. (HENRY, 1948).

Circuito da Guitarra:

Existem vários tipos de ligações possíveis para um circuito de guitarra. Uma das possíveis é feita com uma stratocaster, como apresentado a seguir pela figura 6.

Os potenciômetros são presos ao escudo e os fios de terra (verde) são soldados entre os potenciômetros e a chave. Logo, o fio azul deve ser soldado ao volume e o vermelho ao volume e a chave de posições.

O fio terra dos captadores (pretos) são soldados em um dos potenciômetros e o fio amarelo e branco dos potenciômetros são conectados aos fios dos captadores. Por fim, o fio branco do potenciômetro é ligado ao fio branco do e o fio amarelo do captador na chave. Por fim, basta ligar o fio terra preto e o fio vermelho que irá sair pelo Jack da guitarra e o circuito está pronto. Apesar de isso ser um padrão, cada marca pode ter um código de cores próprio (BERNIE, 2013).

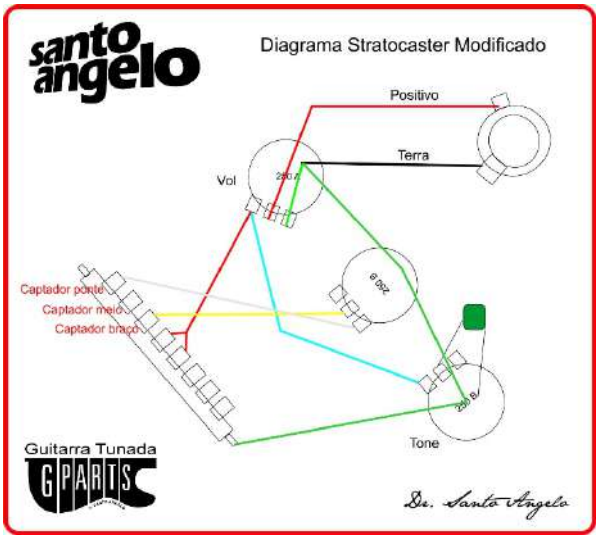


Figura 6: Exemplo de captador de stratocaster

Captadores:

Os captadores servem para transformar as vibrações mecânicas das cordas da guitarra em ondas elétricas. O funcionamento dos captadores consiste em uma bobina que interage com as cordas de aço ou níquel. As vibrações da corda alteram o campo magnético das bobinas, assim promovendo uma corrente elétrica nos terminais da bobina. Ou seja, ao contrário de um microfone, não capta as vibrações do ar ou "o som em si", e sim capta as vibrações mecânicas da corda (CASTRO, 2007).

Bobinas:

Para primeiro entender o funcionamento de um captador, é preciso entender uma bobina. A bobina consiste em um fio condutor de cobre que se enrola várias vezes em torno de um núcleo (que pode até ser ar), gerando um campo magnético no entorno. Cada volta do fio de cobre é chamada de espiras e, quanto mais espiras, maior o campo magnético. Para uma guitarra, é preciso de aproximadamente 8000 espiras (MARSHALL, 2019) para formar um captador operante. Cada bobina possui uma saída e uma entrada. A resistência elétrica dessa bobina pode ser medida ao juntar o multímetro a essas entradas e saídas, sendo computada em ohms.

Tipos de captadores:

Single Coil: O tipo original de captador e provavelmente o mais simples. Consiste em seis pequenos ímãs envolvidos por uma bobina. Ao contrário dos captadores p-90, não apresenta uma barra imantada em sua base para gerar campo magnético, já que os ímãs já estão alinhados com as cordas.

P-90: Consiste em seis parafusos de aço imantados por uma barra magnética e envolvidos por uma bobina. Ao contrário dos captadores single coil, o ímã não está alinhado com as cordas.

***NOTA:** os captadores acima apresentam apenas uma bobina, sendo suscetíveis a interferências eletromagnéticas, alterando o som do instrumento.

Humbucker: Tendo em vista os problemas de interferência dos captadores citados acima foram criados os humbucker. Eles consistem em 2 bobinas apoiadas em uma placa de aço. As partes imantadas podem estar alinhadas com as cordas ou apoiadas na base. Para resolver o problema do ruído são ligadas duas bobinas enroladas em

sentidos opostos, e, ao somar o som produzido pelas duas, os dois ruídos se cancelam, já que são opostos.

Figura 7: tipos de captadores e suas características (HEATHER)

Tomando como base artigos científicos, blogs de música e vídeos de especialistas, formulamos uma pergunta de pesquisa geral que pode nortear todo o estudo: como um captador funciona/ como construir um captador?

Objetivos

Objetivos gerais:

- Construir um captador caseiro, investigar seu funcionamento e o reflexo nas variáveis de timbre

Objetivos específicos:

- Explorar como ocorre o processo transformação de energia por meio de um experimento que envolve a construção de um captador simples feito a partir de um parafuso;
- Explorar o funcionamento de um captador de guitarra;
- Diferenciar os três principais tipos de captador de guitarra;
- Construir um protótipo de um captador de guitarra;
- Analisar o funcionamento de um circuito elétrico de guitarra.

Materiais e Método

O experimento apresenta diversas etapas. Primeiro, um modelo de captador foi construído. A partir dos princípios de eletromagnetismo, enrolamos um fio de cobre fino (42 AWG) diversas vezes ao redor de seis parafusos. Por baixo dos parafusos, colocaríamos seis ímãs pequenos de neodímio e, assim, teríamos uma espécie de bobina, que é essencialmente o captador, porém não foi possível finalizar a tempo. Devido à alta quantidade de enrolamentos, a resistência elétrica seria suficiente para que, ao vibrar uma corda de aço por cima da bobina, fosse possível medir a corrente elétrica com um multímetro.

O objetivo desse experimento é provar que a vibração de uma corda metálica pode alterar o campo magnético de uma bobina, assim gerando corrente elétrica por indução magnética e exemplificando o funcionamento de um captador.

A variável independente é a quantidade de fio de cobre enrolado no parafuso, e nossa hipótese está diretamente relacionada com a quantidade de enrolamentos do fio: se enrolarmos mais fio de cobre no parafuso, então a corrente elétrica final é maior.

Para o experimento, serão necessários os seguintes materiais:

- Um voltímetro convencional;
- Uma corda de guitarra de aço (54 mm);
- Seis parafusos convencionais plastciser;
- Um rolo de fio de cobre (5cm de diâmetro);
- Molde 3D de captador feito com PLA;
- Motor pequeno que garante os enrolamentos (5RPM);
- Cola quente;
- Seis ímãs pequeno (aproximadamente 2x2 cm);
- Um osciloscópio.

Método:

Serão quatro níveis da variável independente: o primeiro, que representa a situação controle, terá 100 enrolamentos. Os números de enrolamentos aumentarão para 500, 750 e, por fim, 1000.

As constantes do experimento serão o parafuso, o multímetro, o ímã e a corda de guitarra de cobre da mais grossa espessura (54 mm), temperatura e umidade. Materiais são colocados na bancada;

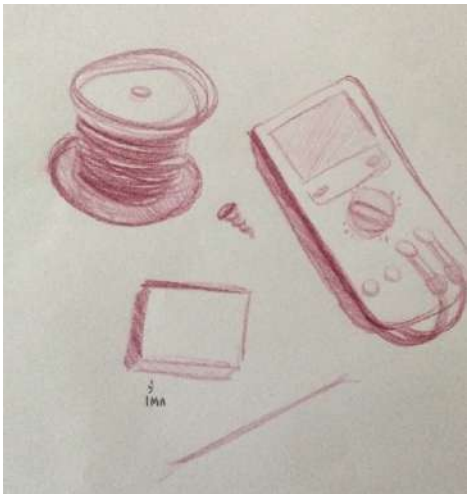


Figura 8: materiais dispostos

Circuito é montado: imã colado ao parafuso, fio de cobre enrolado no parafuso e corda tensionada em cima de tudo;

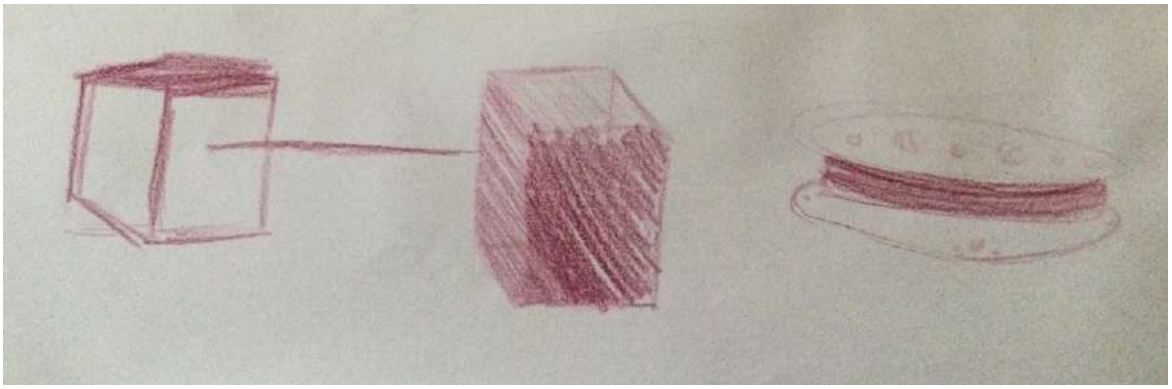


Figura 9: fio de cobre pronto

Corda é vibrada, transformando energia mecânica em elétrica;

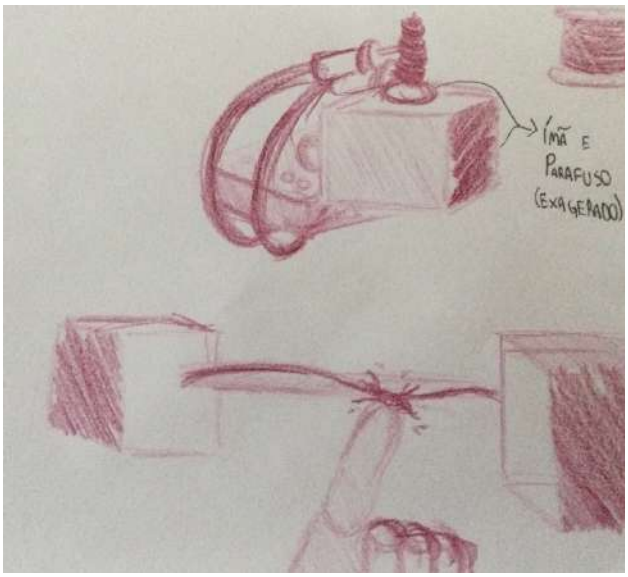


Figura 10: ilustração da perturbação no fio de cobre

A energia elétrica é medida pelo voltímetro e osciloscópio.

Figura 11: multímetro medindo a resistência do captador

Resultados e Discussão

O trabalho foi difícil de ser realizado. Garantir os enrolamentos mostrou-se uma tarefa passível de falhas, o que dificultou o andamento do experimento.

É muito difícil realizar 8000 enrolamentos de um fio de cobre, cuja espessura é de 42 AWG (American Wire Gauge), configurando-se como uma espessura finíssima,

sem nenhum rompimento. O fio é fino demais para ser enrolado várias vezes sem romper.

Visto que a maior dificuldade do projeto seria garantir os enrolamentos do fio, a solução mais viável encontrada foi criar um mecanismo (figura 12) que possa enrolá-lo de forma rápida, eficiente e sem rompê-lo.

Tal mecanismo consiste em um motor que, quando ligado numa fonte elétrica de 5V, gira de forma uniforme. Na ponta do motor, foi preso o captador, que acompanhou as rotações e, quando preso ao rolo do fio de cobre, se auto enrola.

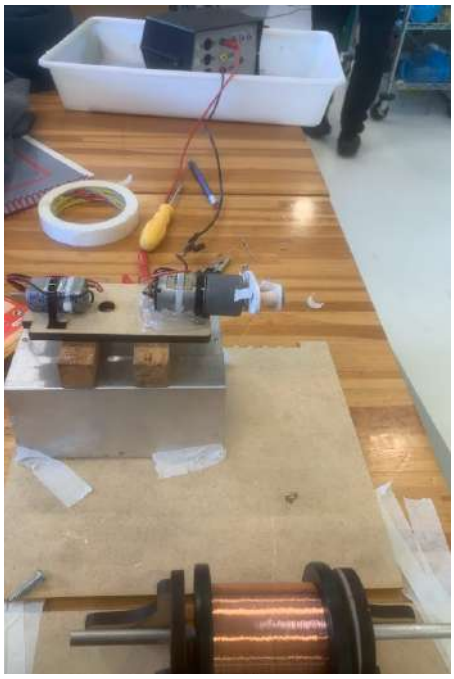


Figura 12: Mecanismo para enrolar o fio de cobre.

O esquema acima mostra o circuito por completo. Foi utilizada uma base de madeira, que deu suporte e fixação ao motor. O motor gira o captador que, preso ao fio de cobre, realiza os enrolamentos.

O funcionamento do mecanismo foi um sucesso, porém algumas dificuldades foram encontradas no processo. Pelo fato do fio de cobre ser muito fino, alguns rompimentos eram inevitáveis e, devido à alta intensidade do motor, algumas vezes o fio de cobre saiu para fora do captador.

Para contornar ambos os problemas, utilizamos um pitão (figura 13), que serviu de suporte para garantir os enrolamentos do fio de cobre de forma harmônica, como mostrado na figura abaixo.

Figura 13: Peça de metal utilizada para ser suporte do fio de cobre

Portanto, foi feito um mecanismo de enrolar captadores e alguns protótipos de captadores com poucos enrolamentos. Foram feitos dois protótipos, um com 275 enrolamentos e outro com 100 enrolamentos. Para termos um protótipo de captador que sirva para a guitarra, é preciso de pelo menos 1000 enrolamentos (WITHEE, 2002).

Discussão dos resultados:

Inicialmente, não se tinha pensado em como exatamente se iria enrolar o captador. Posteriormente, conforme o projeto foi avançando, decidiu-se que seria ideal construir um dispositivo para facilitar o processo.

O primeiro protótipo foi um fracasso. Foi feito com sucata, um motor e a fonte. Enfrentou-se problemas com o fio estourando ou desalinhando. A solução foi diminuir significativamente a rotação do motor.

No segundo protótipo, foi feito algo planejado. Calculou-se as medidas de forma precisa. Ele foi construído com MDF cortado a laser e adicionou-se um dimmer para regular as rotações. Falhou também, pois a fonte, que estava defeituosa, acabou queimando o dimmer.

Figura 14: pedaço de madeira sendo cortado à laser

Porém, encontraram-se dificuldades quanto à grossura do fio, que, pelo fato de ser muito fino, o fio se rompia facilmente. Portanto, cogitou-se enrolar manualmente, pelo qual foram realizados 1330 enrolamentos.

Ao fazer um captador, é preciso enrolar fio de cobre e criar uma bobina com ímãs. Não foi nem possível completar o captador, mas descobrimos, a partir da medição da resistência elétrica de um captador antigo, que 232 enrolamentos resultam em 187 ohms. (LEMME, 2009).

Conclusão

A razão entre quantidades de enrolamentos e resistência elétrica é de 1,24.

Referências

- CASTRO, Guilherme. Guitarra Elétrica**: Entre o Instrumento e a Interface**, 2007. Disponível em: https://www.anppom.org.br/anais/anaiscongresso_anppom_2007/sonologia/sonolog_GASCastro.pdf. Acessado em: 22, março, 2022.

- GOBET, Fernand. Cognitive and academic benefits of musical training with children: a multilevel meta-analysis, 2020. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.3758/s13421-020-01060-2. Acessado em 19, março, 2022.
- GRAY, Lincoln. **Properties of sound**, 2000. Disponível em: https://www.nature.com/articles/7200442. Acessado em: 22, março, 2022.
- HENRY, Franklin. **Discrimination and duration of a sound**, 1948. Disponível em: https://psycnet.apa.org/record/1949-01633-001. Acessado em: 22, março, 2022.
- JACOBSEN, Finn. **Sound Intensity**, 2015. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-0755-7_25. Acessado em: 22, março, 2022.
- MIXCRIT, Johnny. **Guitar Wiring 101 | Putting it All Together**. Youtube, 12, fevereiro, 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=NQc1EU51QG4. Acessado em: 20, março, 2022.
- SAMSON, Séverine. **Neuropsychological Studies of Musical Timbre**, 2006. Disponível em: https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1196/annals.1284.016. Acessado em: 22, março, 2022.
- VADILLO, Miguel. Please don't stop the music: A meta-analysis of the cognitive and academic benefits of instrumental musical training in childhood and adolescence, 2022. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X22000057 Acessado em: 19, março, 2022.
- WARREN, Denis. **As Partes da Guitarra**. Guitar Battle, 2022. Disponível em http://www.guitarbattle.com.br/licoes/2684-aprendendo-guitarra-parte-1-as-partes-da-guitarra.html. Acesso em: 20, março, 2022.
- BERNIE, Alexandre. **Tunando sua Stratocaster de maneira diferente.** Santo Angelo Blog, 12, agosto, 2013. Disponível em: https://blog.santoangelo.com.br/tunando-sua-stratocaster-de-maneira-diferente/ . Acesso em: 24, junho, 2022.
- WITHEE, Thomas. **Study of the Electric Guitar Pickup.** University of Illinois, 2002. Disponível em: https://courses.physics.illinois.edu/phys406/sp2017/Student_Projects/Spring02/TWithee/twithee_spr02_indept_study.pdf . Acesso em: 02, Setembro, 2002.
- LEMME, Helmuth. **The Secrets of Eletric Guitar Pickups.** Build Your Guitar, 2009. Disponível em: https://a.pomf.cat/zjnuis.pdf . Acesso em: 02, Setembro, 2005.

- MARSHALL, Mark. **The Basics of Electric Guitar Pickups.** The pro audio files, 2019. Disponível em: https://theproaudiofiles.com/guitar-pickups/ . Acesso em 21, outubro, 2022.

Figuras:

- Figura 1, 2, 4, 5: WARREN, Denis. **As Partes da Guitarra**. Guitar Battle, 2022. Disponível em <http://www.guitarbattle.com.br/licoes/2684-aprendendo-guitarra-parte-1-as-partes-da-guitarra.html>. Acesso em: 20, março, 2022.
- Figura 3: PETERSON, Aaron. P-90 Pickups – **An in depth look. Mac Daddy Music Store**, 2015. Disponível em <https://www.macdaddymusicstore.com/blog/p90-pickups-an-in-depth-look/>. Acesso em: 20, março, 2022.
- Figura 6: BERNIE, Alexandre. **Tunando sua Stratocaster de maneira diferente.** Santo Angelo Blog, 12, agosto, 2013. Disponível em: https://blog.santoangelo.com.br/tunando-sua-stratocaster-de-maneira-diferente/ . Acesso em: 24, junho, 2022.
- Figura 7: HEATHER. **Single Coil vs. P90 vs. Humbucker Pickups**. Disponível em: <https://prosoundhq.com/single-coil-vs-p90-vs-humbucker-pickups/>. Acessado em 20, março, 2022.

Objetos sobre ações da gravidade da terra e de marte

Eduardo Kalaf Vieira da Cruz, Eduardo Luigi de Oliveira César, Leonardo Schneider Felberg, Pedro Isidoro Fernandes

Colégio Bandeirantes

Resumo

O esgotamento ininterrupto dos recursos não renováveis do planeta é motivo de grande preocupação. As pesquisas sobre o assunto são cada vez mais comuns, e várias delas citam a partida da humanidade para outro planeta, mais especificamente, Marte. Este estudo visa analisar o impacto que a gravidade de Marte tem em diferentes corpos. Para descobrir a diferença de impactos gravitacionais, foram feitos carros em miniatura sofrendo o impacto de diferentes objetos a uma altura fixa, e para a gravidade de Marte foi usado um simulador, dessa forma recriando a mesma cena mas com gravidade diferente, e para esse teste para dar certo, foram feitas medições de todos os objetos jogados nos carros. Com os dados obtidos e com o estado dos carros após os impactos, é possível dizer que os resultados do experimento não são os resultados esperados, a ideia dos testes era que os carros sofreram mais danos do que realmente sofreram, aumentando inclusive o peso dos objetos. Aumentando a altura, o experimento não teve a continuidade esperada. Mesmo tendo resultados inesperados e pouco agradáveis para nossos testes, este projeto serviu para reforçar que as ações da gravidade sobre os corpos (tanto vivos quanto não vivos) é algo muito complexo, o que possibilita, a partir de diversos estudos mais aprofundados, extrair informações vitais para o futuro da nossa sociedade.

Palavras-chave: Gravidade; impacto; Marte; simulação.

Abstract

The non-stop depletion of the planet's non-renewable resources is a cause of great concern. Research on the subject is increasingly common, and several of them cite the departure of humanity to another planet, more specifically, Mars. This study aims

to analyze the impact that Mars' gravity has on different bodies. To find out the difference in gravity impacts, miniature cars were made suffering the impact of different objects at a fixed height, and for the gravity of Mars, a simulator was used, that way recreating the same scene but with different gravity, and for this test to work out, measurements were taken of all objects thrown into the cars. With the data obtained and with the state of the cars after the impacts, it is possible to say that the results of the experiment are not the expected results, the idea of the tests was that the cars suffered more damage than they actually suffered, even increasing the weight of the objects. and increasing the height, the experiment did not have the expected continuity. Even having unexpected and not very pleasant results for our tests, this project served to reinforce that the actions of gravity on bodies (both living and non-living) is something very complex, which makes it possible, from several more in-depth studies extract vital information for the future of our society.

Keywords: gravity, impact, Mars, simulation.

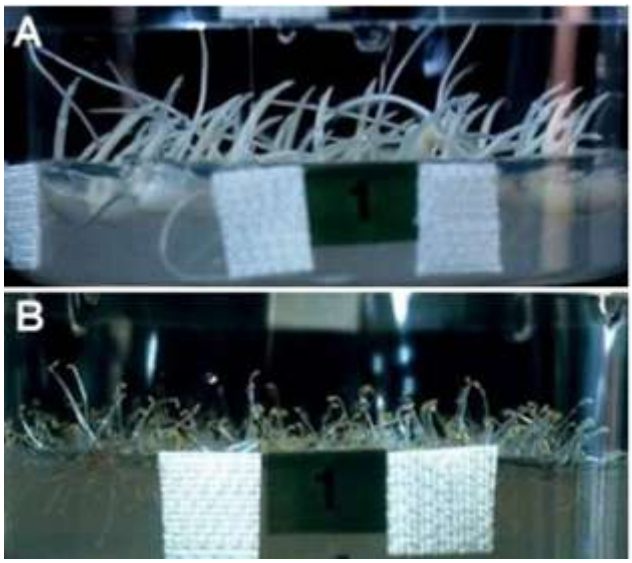
Introdução

Atualmente as discussões sobre, como os seres humanos estão gastando cada vez mais os recursos naturais não renováveis. (WALDMAN, 2011). Cada vez mais, estudos vão sendo feitos sobre a possibilidade de mover a população para outros planetas, e o principal deles é Marte. (SÁ MENDES, 2021). A escolha desta planta se deu devido a suas semelhanças com o planeta Terra, desde seu solo arenoso até a possibilidade de existência de água em estado líquido dentro do planeta vermelho.

Visando a questão gravitacional um estudo de Jial (2016) no qual tinha interesse estudar as ações e impactos das gravidades da Terra e de Marte, e a partir dos resultados projetar uma possível colonização de marte e maneiras de adaptar o modo de vida para que tudo esteja pronto para receber as pessoas. Esse estudo apresenta questões que falam do crescimento de seres e ações de uma gravidade em outro planeta. O trabalho está inserido neste contexto visando uma futura ideia de colonização de outro planeta para caso o planeta Terra deixe de ser habitável.

Mesmo que de maneira imperceptível a gravidade é parte fundamental para diversas relações ecológicas do nosso planeta. A força de atração transforma a massa de um corpo em seu peso, ao ser multiplicado pela gravidade do local. Cada planeta possui um campo gravitacional diferente, as usadas neste trabalho, foram as de Marte

e da Terra que são respectivamente 3,721 e 9,8 m/s^2. Esses campos gravitacionais são importantes em muitas relações ecológicas e também no desenvolvimento das plantas de maneira que consigam suportar seu peso e tamanho (MOREY-HOLTON, 2003). Apesar disso, estudos apontam que as plantas se desenvolvem em hiper e microgravidades, como é mostrado na figura 1. Este resultado é importante para uma colonização de Marte. (HOSON, 2014, p, 7).



Forças gravitacionais sempre existiram no universo, apesar de novos estudos surgirem cada vez mais em relação ao tema. Recentemente um estudo mostrou que plantas crescem mais e se tornariam mais altas dentro de gravidades muito menores que a do nosso planeta, em casos que a gravidade é muito baixa comparada a da Terra. A mesma gravidade terrestre junto de ações do solo faz com que as plantas murchem e não alcancem seus potenciais máximos de altura (MOREY-HOLTON, 2003).

Além disso a gravidade é responsável por cargas gravitacionais capazes de gerar danificações a estruturas como um todo nas construções, mas como mostrado no trabalho de Jial (2016) em que é citado que a gravidade entra como uma força, em formato de cargas que geram fadiga nas estruturas sustentadoras de construções marinhas para gerar energia e exploração de petróleo. Nessas estruturas, quando a força gravitacional é desprezada no cálculo estrutural, observa-se uma diferença de cerca de 24% que prejudica o funcionamento dessas construções. Mostrando que essa força, não é desprezível, mesmo sendo ignoradas em diversos cálculos das construções (JIAL,2016).

Todas as estruturas que conhecemos existem por como como são por estarem mais adaptadas a gravidade do nosso planeta. Desde plantas que ao saírem da água precisaram se readaptar as forças da gravidade, já que dentro das águas ela tem impacto menor do que dentro do solo, e isso faz com que elas fiquem presas ao solo e tenham suas raízes adaptadas para que consigam ficar no solo de maneira estável, até bactérias microscópicas que tem uma grande adaptabilidade conseguem crescer e se adaptar a locais de condições muito diferentes da terrestre (ESASP, 1994, p. 2)

COMO A GRAVIDADE DE MARTE E DA TERRA PODEM AFETAR E IMPACTAR A VIDA DE DIFERENTES CORPOS E OBJETOS?

A partir desta pergunta foram elaboradas diversas maneiras de se explorar e entender a funcionalidade da gravidade de plantas sendo realizadas plantações em condições naturais do planeta, e pesquisas em condições fora do planeta, ou então na forma que ela faz com que impactos possam ser aumentadas ou reduzidas. Esses métodos de estudo, vão ser feitos tanto em simuladores, quanto em uma ideia de simulação correspondente ao simulador, já que a modificação da gravidade na realidade, é extremamente caro e complexa de se construir.

O ponto inicial para estudos sobre ações da gravidade em corpos, são em animais marinhos. Esses animais sofrem desde sempre com a força gravitacional. A mesma pressão exercida sobre os peixes, é a mesma nas chamadas "*offshore structures"* citada em (JIAL, 2016) que são estruturas marinhas para geração de energia, onde metais são submetidos a pressão da água e a cargas gravitacionais, de modo que geram uma fadiga sobre esses metais já que em muitos cálculos antes dessas construções, os engenheiros ignoram essa carga. A partir disso, estudando de maneira mais aprofundada o corpo de animais marinhos, seria possível entender como essas pressões funcionam, e assim possibilitando compreender o que falta para os humanos conseguirem habitar outros planetas.

A partir do ponto que, os corpos fossem adaptados e existisse uma evolução nos seres humanos, poderia assim cogitar a ideia de colonização a outro planeta como Marte. Assim ao terem condições hereditárias já habituadas com o ambiente de Marte, as crianças já nasceriam com os corpos mais adequadas.

A pesquisa visa entender os máximos impactos realizados dentro da gravidade terrestre e o que seria necessário evoluir em corpos humanos, animais ou bactérias para que seja assim possível uma mudança da população para uma nova habitação. Sendo assim a humanidade ainda precisa descobrir muita coisa principalmente sobre

o nosso planeta antes de começar a pensar em descobrir, conquistar e colonizar novos locais, e como Carlos Drummond de Andrade no poema: O homem; As viagens, onde ele diz que o ser humano sempre quer descobrir um lugar novo, as deixa de lado os locais que já existem apenas por ganância e essa é a questão atual da humanidade.

Objetivos

OBJETIVO GERAL

- Simular a atuação da gravidade sobre corpos variados

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar gravidades de outros planetas.
- Investigar as forças gravitacionais sobre os corpos.
- Simular o impacto de outras gravidades ao cair sobre objetos na terra.

Materiais e Método

A ideia central do que foi utilizado é de: criar dentro de um jogo já existente chamado BeamNG.Driver. Este jogo é um simulador de diversas situações, e dentre elas está a modificação das gravidades para saber como as coisas reagiriam. As simulações foram feitas visar os impactos e como funcionariam nas gravidades de Marte, com análises a partir da altura e tamanho dos objetos lançados. Antes de tudo, esses cálculos foram feitos para saber principalmente como seriam feitas as modificações nos pesos entre as coisas que foram produzidas manualmente e depois soltas em queda livre sobre carrinhos de papel feitos a partir de um papel triplo, já que dificilmente seria possível estudar as mudanças de gravidade sem simuladores., os objetos utilizados foram:

Carrinho de Duplex: 7.9g

Bolinha Ping-Pong: 7.8g

Bola de tênis: 57.4g

Bola de gude:13.6g

Chumbinho de linha de nylon: 29.6g

Ímã: 256.6g

Tablete de Madeira: 19g

Foram realizados lançamentos do repouso a partir de uma garra metálica, que possui altura máxima de 68 centímetros, essa garra ao ser aberta solta o objeto sobreo carro Duplex, gerando um impacto no carrinho.

Resultados e Discussão

Após uma mudança nas primeiras ideias do que seria executado dentro do projeto, e com base nas nossas primeiras hipóteses sobre como esse experimento que consistia em: Utilizar objetos que foram escolhidos, pensando em ser mais pesados que o carrinho de Duplex, mas também que tivessem tamanhos distintos, e com esses objetos realizamos uma gravação com a queda do objeto a uma altura de 68 centímetros, altura máxima da garra metálica utilizada.

A partir de nossa hipótese e após o término do experimento, o resultado obtido não foi o esperado. Mesmo que tenham aparecido alguns rasgos ou arranhões, era esperado que um ímã 10 vezes mais pesado que o carrinho, fosse gerar um impacto muito maior, arrebentando-o por inteiro, afundando o teto do carrinho, ou destruindo ele todo, mas não foi o que aconteceu.

Com os dados obtidos pelo nosso experimento, era esperado que acontecesse algo similar ao lido no texto de Walker (2017), em que ele mostra os impactos de

objetos em queda livre com ações da gravidade, mostrando que a gravidade consegue ter um maior impacto em objetos grandes, ou faz com que objetos mais pesados destruam coisas menores, era esperado que os carros fossem ser destruídos.

Conclusão

Mesmo que com experimentos que podem não ter saído da maneira esperada, este projeto serviu de uma maneira diferenciada de se experienciar a gravidade, para evidenciar como funcionam as ações da gravidade nos objetos, não são tão simples quanto pensamos, já que delas é possível extrair uma grande variedade de conhecimentos e ideias, para um futuro talvez não tão distante em que dependamos, de diferentes gravidades para sobreviver, talvez até em outro planeta.

Referências

- Hoson, T. (2014). Plant growth and morphogenesis under different gravity conditions: relevance to plant life in space. *Life*, *4*(2), 205-216. Disponível em: >https://www.mdpi.com/2075-1729/4/2/205 <
- Vogel, S. (2006). Living in a physical world VI. Gravity and life in the air. *Journal of Biosciences*, *31*(1), 13-25. Disponível em: >https://www.ias.ac.in/public/Volumes/jbsc/031/01/0013-0025.pdf <
- Menningmann, H. D., & Heise, M. (1994, August). Response of growing bacteria to reduction in gravity. In *Life Sciences Research in Space* (Vol. 366, p. 83). Disponível em: >https://adsabs.harvard.edu/pdf/1994ESASP.366...83M <
- Jia, J. (2016). The effect of gravity on the dynamic characteristics and fatigue life assessment of offshore structures. *Journal of Constructional Steel Research*, *118*, 1-21. Disponível em: >file:///C:/Users/aluno/Downloads/1-s2.0-S0143974X15301073-main.pdf <
- Morey-Holton, E. R. (2003). The impact of gravity on life. In *Evolution on planet Earth* (pp. 143-159). Academic Press. Dispoível em: >file:///C:/Users/aluno/Downloads/o%20impacto%20da%20gravidade%20em%20marte.pdf <
- Caridade, J. B., do Nascimento Dias, B. L., & de Sá Mendes, T. (2021). ASTROBIOLOGIA E AS MISSÕES TRIPULADAS PARA A COLONIZAÇÃO DE MARTE. *RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218*, *2*(3), 75-83. https://www.recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/141

- Toniato, J. D. (2021). O que são ondas gravitacionais?. *Cadernos de Astronomia*, *2*(2), 6-6. https://www.periodicos.ufes.br/astronomia/article/view/35952/23725

Simulação de Hiper e Hipogravidade

João Pedro- 20, Rafael Vieira- 35, Ryan Gartlan- 36, Tiago Navarro- 40
Orientadora: Marta Rabello
Colégio Bandeirantes

Resumo

O propósito desse estudo é investigar e traduzir como a frequência cardíaca de uma pessoa muda quando exposta a gravidades ou mais altas (hipergravidade) ou mais baixas (hipogravidade) do que a terrestre (aproximadamente 10m/s2), uma vez que, é uma função extremamente importante para nossos corpos e sua variação pode causar diversos prejuízos no dia a dia, essa variação, deve ser estudada e entendida, caso um dia tenhamos que colonizar algum outro planeta, caso a Terra não tenha mais condições habitáveis. Para obter os resultados esperados, foram testados diferentes métodos que simulam condições de hipo e hipergravidade. Após descobrir os métodos mais eficientes para simular tais efeitos, foi percebido que simular condições de hipogravidade seriam extremamente difíceis devido à falta de equipamentos avançados o suficiente, além da falta de praticidade desses experimentos, que ao ser implementada no dia a dia do ser humano, pode acabar atrapalhando em tarefas mais básicas, porém, uma hipótese, baseada em pesquisas e análise de dados, é que a frequência cardíaca deve ser menor devido ao menor esforço físico necessário. Já em relação a hipergravidade, foi possível reproduzir um dos experimentos pensados usando pesos calibrados, que, em determinada quantidade, consegue simular gravidades maiores que a da terra em condições terrestres. Em suma, pode-se concluir que a variação de frequência cardíaca é diretamente proporcional ao aumento da gravidade e se a raça humana planeja explorar o espaço, precisa-se estar mais preparado para enfrentar esse problema.

Palavras-chave: gravidade, hipergravidade, hipogravidade, frequência cardíaca, simulação

Abstract

The purpose of this study is to investigate how the heart rate changes when a person is exposed to the gravity of another planet, since it is an extremely important function that our bodies strongly depend on, and its variation should be studied if one day our species is to survive on another planet, like Mars, for example. In order to do so, we have tried a few different methods to simulate hypogravity and one to simulate hypergravity. For the first one, so far our investigations have not been successful seeing as our calculations always end up inaccurate and we do not possess sufficiently advanced equipment for their realizations, but our hypothesis, based on research, is that the heart rate slows down since less effort is required. As for hypergravity, we were able to reproduce a rather accurate experiment using weights and a heart frequency monitor. The results confirmed that our heart rate increases in the presence of a higher gravity because it has a bigger strain on our bodies. Although more testing is necessary to enrich our findings, the main conclusion that can be drawn from our study is that our heart frequency is directly proportional to the variation of gravity, and if we plan to explore space more extensively in the future, we need to be better prepared for the consequences it will have on our bodies.

Keywords: heart rate; gravity; hypogravity; hypergravity; space.

Introdução

É possível que um dia tenhamos que colonizar outros planetas, devido à degradação constante que os humanos têm causado no planeta Terra.

Dentre diversos problemas e obstáculos que enfrentaremos nessa jornada como alimentação e agua durante a viagem, adquirir os recursos necessários para construir o projeto, definir uma rota estável para a viagem e um possível esgotamento de oxigênio durante a viagem, um dos maiores é a diferença de gravidade. Primeiramente, a gravidade é umas das quatro forças naturais (eletromagnética, nuclear forte, nuclear fraca e gravidade), e é responsável por definir o peso de um corpo em determinados corpos celestes. É uma força vertical em direção ao centro que nos mantem unidos a um corpo, que nesse caso é o planeta Terra. Ou seja,

qualquer objeto que esteja em seu campo gravitacional, está sob influência da gravidade, que no caso do planeta Terra esse valor é aproximadamente $10m/s^2$, quando a gravidade é menor que a terrestre, chamamos de hipogravidade, e quando a gravidade é maior que a terrestre, chamamos de hipergravidade. (DUQUE, 2014)
A força de atração gravitacional, F, é calculada pela equação:

$$F = \frac{GMm}{d^2}$$

Sendo G a constante gravitacional universal, M a massa da Terra, m a massa do corpo em questão e “d” o raio para um corpo na superfície da terra.

Figura 1. Imagem ilustrando efeito da força gravitacional na Terra (DUQUE, 2014)

Pode ser necessário simular a gravidade terrestre em naves espaciais e em uma possível colonização em Marte, por conta de diversos problemas de saúde que são causados pela hipogravidade (MONTEIRO, 2020).

Alguns desses malefícios incluem: redução da produção de células dos músculos e ossos; crescimento temporário que acaba causando dor na coluna quando um indivíduo volta para a Terra; distúrbio do nosso aparelho vestibular que por sua vez causa seus próprios efeitos colaterais como dores de cabeça, tonturas, coriza e desorientação; má circulação sanguínea que causa atrofia no coração e diminuição da pressão arterial; perda da sensibilidade na pele, olfato e paladar; envelhecimento acelerado e aumento do risco de câncer devido à radiação do Sol e dos outros corpos celestes; (MONTEIRO, 2020).

A redução da densidade muscular e óssea acontece por causa que o corpo não precisa fazer tanto esforço já que a gravidade é quase inexistente. Já o distúrbio do nosso aparelho vestibular ocorre porque o líquido que fica no nosso ouvido interno, que ajuda a dar um senso de equilíbrio, fica flutuando lá dentro. E por fim, a perda da sensibilidade na pele, olfato e paladar é causada pela falta de uso e contato físico do corpo com outros objetos, empuxo da gravidade e outros aspectos naturais (SPUTNIK BRASIL, 2015).

Não há muito o que fazer para evitar esses efeitos colaterais, mas o mais recomendado é praticar muito exercício diariamente, cerca de duas horas e meia.

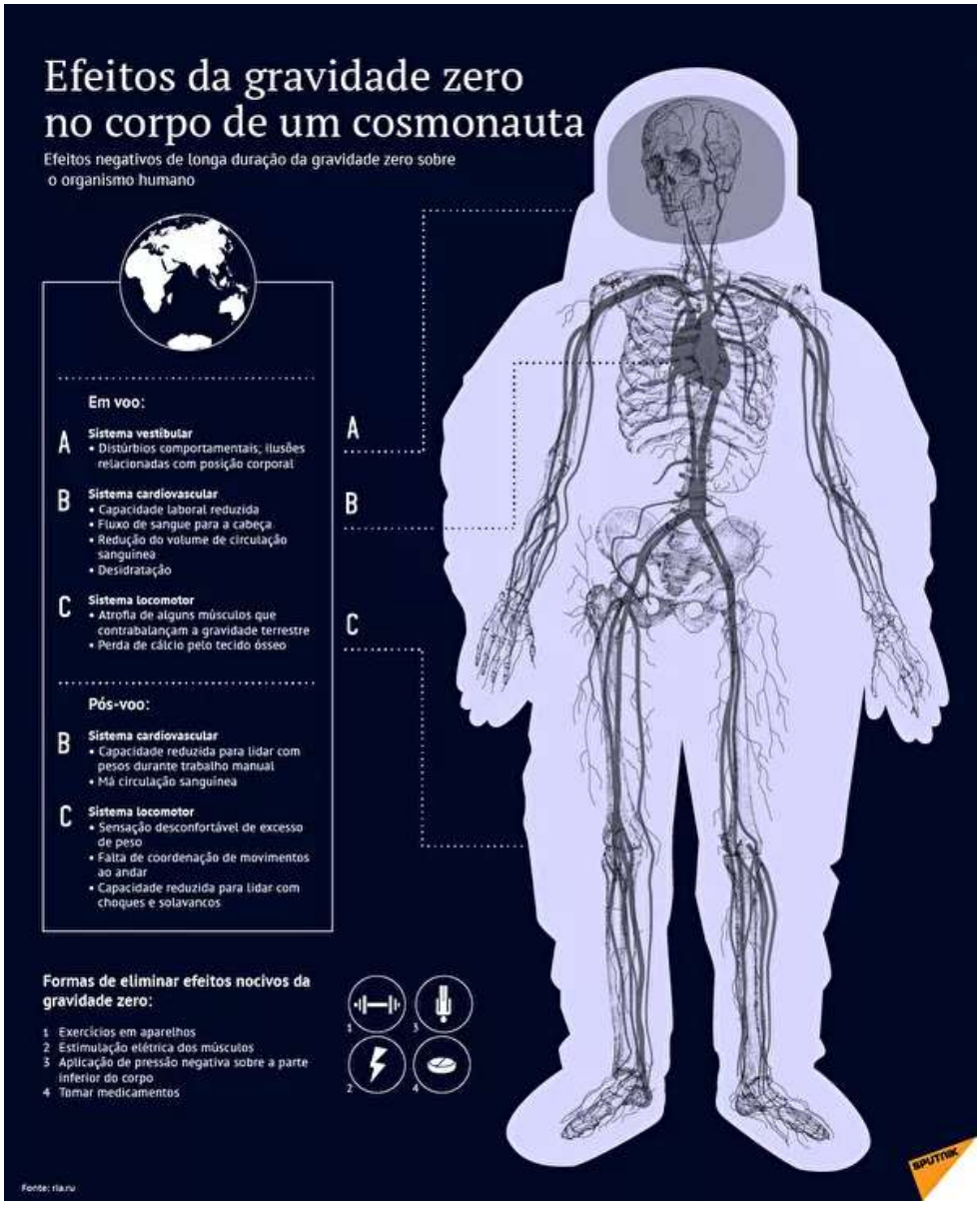


Figura 2. Imagem representando o sistema do corpo humano e alguns efeitos

da gravidade zero. (sputniknews,2022)
HYPERLINK "https://br.sputniknews.com/20150203/37536.html"

Quando um astronauta volta à Terra, por exemplo, há muitos efeitos colaterais que ele pode ter. 80% dos astronautas acabam tendo algum problema de visão como a miopia por causa do acúmulo de sangue na cabeça que empurra o fundo dos olhos. Muitos voltam com o sistema imunológico baixo apesar de seguirem uma dieta rica em vitaminas. A insônia também é um comum entre eles devido à falta de sono durante as missões. Por fim, outro efeito colateral conhecido é o esforço dobrado que um astronauta vai ter que fazer até durante atividades simples como arremessar uma bola. (MONTEIRO, 2020).

Existem diversas formas de simular a gravidade nula na terra, utilizados pela NASA, alguns exemplos dessas simulações são:

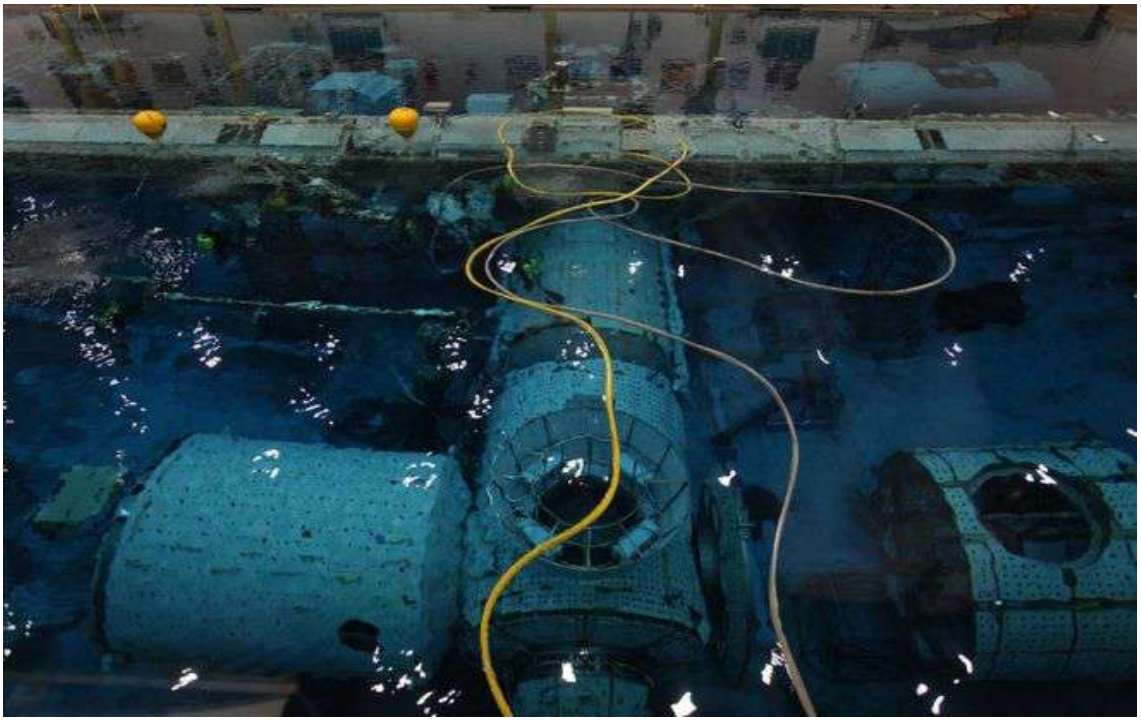


Figura 3. Imagem de uma piscina de flutuação (CANALTECH,2016)
Piscinas de flutuação são uma maneira de simular a gravidade zero na Terra.

Piscinas criadas pela NASA - utilizadas como um treino para astronautas, essas piscinas criadas pela NASA são especialmente usadas para treino para praticar a mobilidade usando trajes espaciais dentro da água. Devido ao efeito da água os astronautas boiam, simulando as dificuldades de locomoção em estruturas com gravidade fora de orbita ou em gravidade zero. MSFC, a sigla para Simulador de Flutuabilidade do Centro Espacial Marshall, simulam as dimensões E.E.I para

desenvolver técnicas e práticas físicas para nada dar errado na prática lá em cima (CANALTECH,2016).

Balão estratosférico - é um balão criado para ajudar na experimentação de objetos em gravidade 0. O balão sobe a uma altura acima de 40 quilômetros e solta o objeto, para se possa observá-lo em gravidade 0. e para que não haja perda do objeto observado, o balão também funciona como paraquedas, permitindo assim que se controle onde que o objeto cairá, e a que velocidade (CANALTECH,2016).

Figura 4. Imagem de um balão Estratosférico (CANALTECH,2016)

Aeronaves antigravidade - a grande vantagem desse método em relação aos outros é que além de exigirem menos recursos financeiros ele também permite realizar uma matemática mais exata sobre os fatos. Devido ao seu preço relativamente baixo, é possível realizar diversos testes, assim podendo chegar a um resultado mais preciso. O funcionamento das “torres” é bastante simples, elas possuem formatos de torres e são lançadas por espécies de estilingues que geram velocidades que nos permitem atingir a gravidade desejada (CANALTECH,2016).

Figura 5. Imagem simulando gravidade nula em aeronave antigravidade (CANALTECH,2016)

Apenas simular a gravidade 0 não é o suficiente para a ideia de colonizar outras áreas do espaço, é preciso simular a gravidade terrestre em outros lugares para tentar nulificar os malefícios.

Para simular a gravidade terrestre no espaço, podemos utilizar a ideia de de rotor, uma vez que ao fazer um movimento circular, decorrente de uma força resultante do tipo centrípeta, causada pela força de contato entre os corpos e a parede do rotor; ou seja, a força normal.

Coletes gravitacionais podem ser uma opção para simular a gravidade terrestre ao colonizar marte, uma vez que esse objeto aumenta sua massa e ela pode ser calculada e remodelada de acordo com seu porte físico, pao ra pessoas que também acharem estranho ou incomodadas com esse objeto tem simuladores de realidade para a aprendizagem das utilizações desses dispositivos na prática.

Todas essas formas de simular gravidades diferentes conduziram este trabalho a seguinte pergunta: Quais os efeitos da Hipogravidade e Hipergravidade em um corpo em esforço?

Hipótese:

Se a gravidade aumentar, então a frequência cardíaca deve subir.
E
Se a gravidade diminuir, então a frequência cardíaca deve cair.

Objetivos

Objetivo Geral: Estudar as possíveis formas de simular a gravidade da Terra em naves espaciais e/ou no solo de outros corpos celestes, em condição de hipogravidade

Objetivos específicos:

Buscar por estratégias, com dispositivos variados, para similar hipo em hipergravidade

Medir a frequência cardíaca associada a essas mudanças.

Materiais e Método

- Pesos Calibrados/Caneleira de peso
- Frequêncímetro (GERMIN Vivo Active 3)

Utilizando o frequencímetro, foi medida a frequência cardíaca dos participantes do experimento em estado de repouso, após 20, 40 e 60 segundos de exercício físico. Utilizamos os pesos calibrados para ajustar o peso corporal dos participantes, dando assim a eles a sensação de estarem sob gravidade de outros planetas.

Resultados e Discussão

Com o objetivo de obter os primeiros resultados, realizamos dois experimentos que consistiam em pular apenas com o peso do próprio corpo e com o peso do próprio corpo e dos pesos calibrados (o peso dependia do valor da gravidade que estávamos tentando simular) durante 60 segundos, nesses 60 segundos, medimos a frequência cardíaca dos participantes 3 vezes (de 20 em 20 sec), e como podemos perceber, quanto maior o tempo de exercício, maior a frequência cardíaca.

Para saber quanto peso deve ser adicionado a cada indivíduo com o intuito de simular a gravidade de outro planeta em seu corpo, deve-se fazer uma regra de três, exemplo:

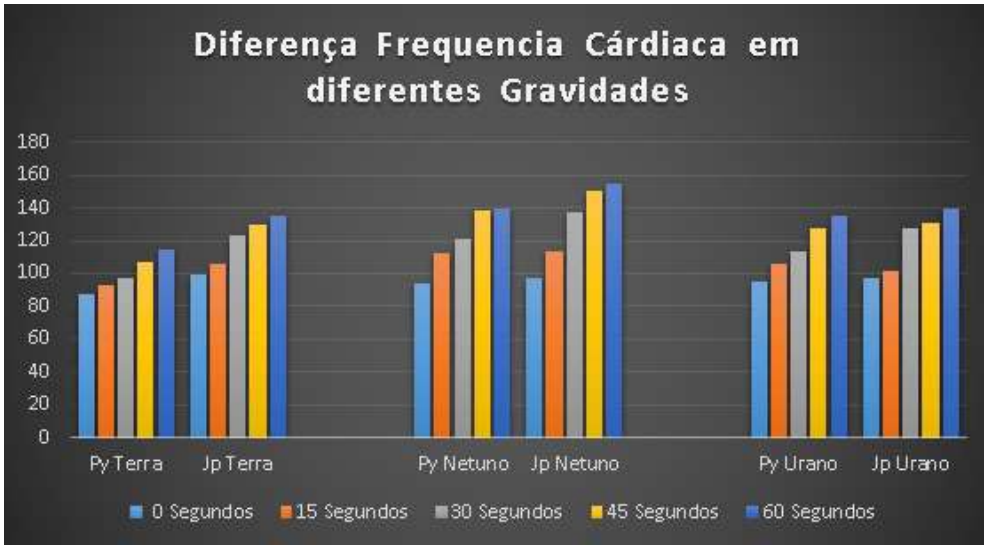
Netuno Py Vieira

Peso do indivíduo = 56.8 Gravidade da terra = 9.8

Peso do indivíduo em Netuno = x Gravidade Netuno = 11,5

56.8*11.5=9.8*x

	Frequência Cárdiaca em:				
Nomes	0 Segundos	15 Segundos	30 Segundos	45 Segundos	60 Segundos
Py Terra	88bpm	93bpm	97bpm	107bpm	115bpm
Jp Terra	99bpm	106bpm	123bpm	130bpm	135bpm
Py Netuno	94bpm	112bpm	121bpm	138bpm	140bpm
Jp Netuno	97bpm	113bpm	137bpm	150bpm	155bpm
Py Urano	95bpm	106bpm	114bpm	128bpm	135bpm
Jp Urano	97bpm	102bpm	128bpm	131bpm	140bpm



Esse gráfico apresenta duas coisas: a primeira é que quanto mais tempo de exercício físico for realizado, maior será a frequência cardíaca resultante do indivíduo. A segunda é que quanto maior a força gravitacional realizada sobre o indivíduo, maior sua frequência cardíaca resultante.

Conclusão

Podemos concluir com base no nosso projeto que a nossa hipótese foi comprovada, uma vez que se percebe por meio dos resultados obtidos nos experimentos que quanto maior a força gravitacional exercida sobre um indivíduo, maior será a frequência cardíaca após a realização de esforço físico.

Referências

- Canal Tech, 6 métodos inusitados da ciência para simular ambientes de gravidade zero. 20 de maio de 2016 as 14h26 disponível em: https://canaltech.com.br/ciencia/seis-metodos-inusitados-da-ciencia-para-simular-ambientes-de-gravidade-zero-65425/

- DUQUE, Nathália. Estudo Kids, **Força da gravidade – O que é e teorias, 2014**, disponível em https://www.estudokids.com.br/gravidade/ , acessado em 25/03/2022
- DOS SANTOS, Luciano Filipe Oliveira Outubro 2013, Simulador em Realidade para Aprendizagem da Fisica disponivel em: https://core.ac.uk/download/pdf/47140681.pdf
- MONTEIRO, Gabriela. Super abril, **o que acontece no corpo de quem passa muito tempo no espaço?**, 2020, disponível em https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-acontece-no-corpo-de-quem-passa-muito-tempo-no-espaco/#:~:text=A%20falta%20de%20gravidade%20tamb%C3%A9m,coriza%20e%20uma%20baita%20desorienta%C3%A7%C3%A3o
- SPUTNIK BRASIL, 2015. **Efeitos negativos da gravidade zero no organismo dos cosmonautas**. Disponivel em https://br.sputniknews.com/20150203/37536.html**.**

Análise do crescimento da bactéria *Escherichia coli* frente a luz negra com e sem filtro solar

Ana Laura Vieitas 2, Carina Kiffer 5, Isabel Teng 17, Luísa Malisano 25 2°G
Professora orientadora: Lucianne Aguiar
Colégio Bandeirantes

Resumo

Primeiramente, os índices de radiação UVA da luz negra penetram em camadas mais profundas da pele humana, podendo romper estruturas de sustentação (o que favorece o envelhecimento) e trazer maior risco para câncer de pele. Assim, já que não é possível realizar algum experimento na pele humana, foram utilizadas bactérias. Logo, o objetivo do projeto foi analisar os diferentes crescimentos das bactérias *Escherichia coli* frente a luz negra com e sem filtro solar. Para o experimento, foram colocados 5 tubos em frente a luz negra por duas horas. Dois para controle (sem bactéria), um com bactéria sem protetor solar no tubo, outro com bactéria e uma camada fina de protetor e o último com bactéria e uma camada grossa de protetor. Como resultado, as bactérias que estiveram no tubo com a camada de protetor solar mais grossa, cresceram mais. Já as sem protetor cresceram menos. Logo, os resultados puderam provar que a luz negra realmente afeta, negativamente, os organismos, assim como a pele humana. Porém, é importante reforçar que o filtro solar deve ser utilizado corretamente, pois se não, a proteção é perdida. Assim, deve ser aplicado, com a quantidade adequada, 30 minutos antes da exposição e reaplicado a cada 2h ou sempre que suar demais ou entrar em contato com a água. In conclusion, mesmo em ambientes escuros, baladas, que apresentam luzes que emitem radiação ultravioleta, como a luz negra, o protetor solar é necessário.

Palavras-chave: radiação ultravioleta, pele, bactéria, protetor solar e luz negra

Abstract

Firstly, the UVA radiation levels of black light penetrate deeper layers of the human skin and can break down supporting structures (which promotes aging) and bring

higher risk of skin cancer. Thus, since it's not possible to perform any experiments on human skin, bacteria were used. Therefore, the aim of this project was to analyze the different growths of *Escherichia coli* bacteria under black light with and without sunscreen. For the experiment, we analyzed 5 tubes which were placed in front of black light for six hours. Two were for control (no bacteria), one with bacteria without sunscreen in the tube, one with bacteria and a thin layer of sunscreen, and another with bacteria and a thick layer of sunscreen. As a result, the bacteria that were in the tube with heavy protection grew more than those without. Therefore, the results could prove that black light does indeed negatively affect organisms as well as human skin. However, it is important to reinforce that sunscreen must be used correctly, otherwise the protection is lost. Thus, it must be applied, with the appropriate amount, 30 minutes before exposure and reapplied every 2 hours or whenever you sweat too much or come into contact with water. In conclusion, even in dark environments, like parties, gwhich have lights that emit ultraviolet radiation, such as black light, sunscreen is necessary.

Keywords: ultraviolet radiation; skin; bacteria; sunscreen; black light.

Introdução

As bactérias são parte integral e inseparável da vida na terra. Elas são encontradas em qualquer lugar, revestem a pele, as mucosas e cobrem o trato intestinal dos homens e dos animais. Elas estão intrinsecamente ligadas às vidas de organismos e aos amplos ambientes em que habitam.

Muitas bactérias são inofensivas como as utilizadas no experimento. Algumas são benéficas para seu hospedeiro (homem, animal, planta) e provêm nutrientes ou proteção contra patógenos e doenças, limitando a habilidade de colonização de bactérias nocivas.

A bactéria (*Escherichia coli)* pertence à família das *Enterobacteriaceae,* e pode apresentar diversos tipos como ser o principal agente etiológico de infecções do trato urinário e a grande responsável por gastos em fármacos pelos sistemas públicos e privados de saúde (KORB, 2013).

Porque as bactérias têm um curto tempo de geração - minutos ou horas - elas podem responder rapidamente as mudanças do ambiente (SANTOS, 2004)

Os raios ultravioletas (UV) são radiações emitidas pelo sol, que causam diversos danos a nossa pele. A população é diariamente exposta a radiação

ultravioleta, principalmente quando não protegida por vestimentas grossas e protetores químicos UV. As consequências da longa exposição à radiação, incluem mudanças degenerativas na elastina e no colágeno, enrugamento, frouxidão e aparência envelhecida da pele, ou até mesmo, queimaduras, inflamações, mutações gênicas. Portanto, poucos sabem que a luz negra, que encontramos em baladas, festas e eventos, podem causar estes mesmos danos (MOTA, 2005).

A luz negra apresenta malefícios para a saúde humana devido ao comprimento de onda da radiação emitida encontrar-se, em sua maioria, na região do UVA (próxima da região do visível) (MOTA, 2005). Logo, ao entrar em contato com a pele, penetra em camadas mais profundas, podendo romper estruturas de sustentação (o que favorece o envelhecimento) e trazer maior risco para câncer de pele.

As radiações ultravioletas que atingem a superfície terrestre são responsáveis pelo surgimento de cânceres cutâneos que atingem muitos indivíduos, cuja frequência tem aumentado nos últimos anos. Por esta razão o uso de filtros solares é uma realidade indiscutível. Pesquisas têm mostrado que a radiação UV danifica o DNA e o material genético, oxida os lipídios e produz perigosos radicais livres, causa inflamação, rompe a comunicação celular, modifica a expressão dos genes em resposta ao estresse e enfraquece a resposta imune da pele (RANGARAJAN, 2003).

Além disso, os raios UV são causadores de queimaduras, envelhecimento precoce e câncer de pele. O uso de protetores solares tem o objetivo de reduzir a quantidade de radiação UV a ser absorvida pela pele humana, servindo como uma barreira protetora (DE ARAÚJO, 2008).

A eficácia dos protetores solares é dependente da sua capacidade de absorção da energia radiante, que é proporcional à sua concentração, intervalo de absorção e comprimento de onda onde ocorre absorção máxima. A associação de diferentes filtros em formulações também é um recurso para eficácia. Quando se utiliza uma combinação de filtros UVA e UVB, permite-se uma proteção de amplo espectro à pele (DE ARAÚJO, 2008).

Desse modo, para realizar uma comparação entre os efeitos da luz negra na pele humana, foi utilizado bactérias já que a radiação apresenta riscos para a saúde. Assim, foi analisado o crescimento dos mesmos microrganismos com e sem a presença de filtro solar enquanto foram expostas a luz negra por 6 horas.

Objetivos

Os objetivos do trabalho foram analisar os diferentes crescimentos das bactérias, *Escherichia coli,* ao serem submetidas à exposição a luz negra (que contém níveis de UVA) com e sem protetor solar.

Materiais e Método

Os materiais utilizados para fazer o teste Gram e a absorbância foram: tubo de ensaio, bactéria *Escherichia coli,* medidor de absorbância (Arduino), luz negra (com cabo e soquete), fucsina diluída (corante), pipeta, vela, isqueiro, placas de petri, pinça, palitos de sorvete estéril, óleo de imersão, protetor solar, meio nutritivo, iodo e lugol. Para realizar o experimento, foram montados dois tubos para controle, A e B, e outros três: dois com protetor solar (E, camada grossa, e D, camada fina) e o terceiro sem (C). Diante disso, foram colocados sobre a luz negra durante 6h. Após esse processo, as bactérias foram semeadas em placas de petri com ágar e houve o crescimento e análise de colônias.

Para o teste de absorbância, foram utilizadas 3 cubetas para controle: uma com água, uma transparente e outra pintada com caneta preta e outras cinco com os conteúdos dos tubos do experimento (A, B, C, D e E). Com auxílio do arduíno, a turbidez foi analisada e, quanto mais turvo, maior o crescimento da bactéria.

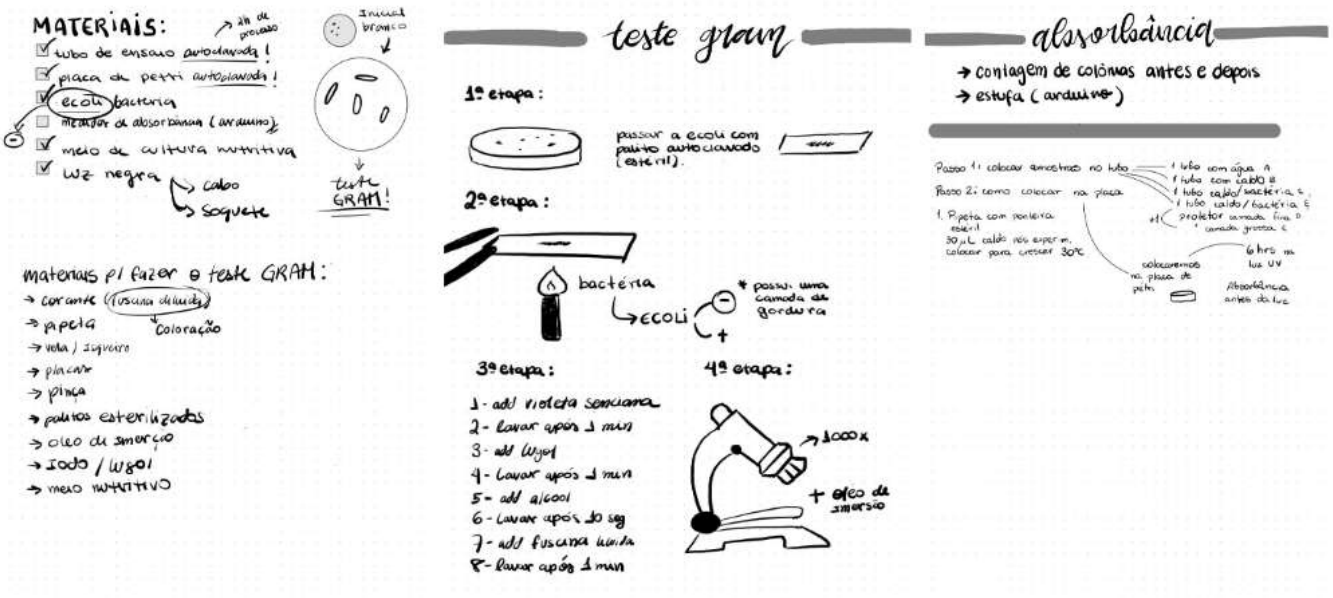


Figura 1: Esquema representando o método do experimento

Resultados e Discussão

Para conferir o resultado do experimento para avaliar a mudança das bactérias *Escherichia coli* deixadas na luz negra por 6h, os tubos C, D e E foram analisados – sem protetor, com camada protetor mais fina e com camada de protetor mais grossa respectivamente. Após transferir a bactéria do tubo de ensaio para a placa de petri, e observar cada placa depois de um dia, foi possível obter a informação que a placa do tubo E teve um crescimento maior das bactérias, o tubo D um crescimento mediano e o tubo C quase não teve crescimento.

Figura 2: a imagem representa as placas de petri após o crescimento das bactérias.

É possível observar o crescimento crescente em C, D e E, respectivamente.

Tubos	Tipo de Crescimento
C	Quase não houve
D	Mediano
E	Maior Crescimento

Tabela 1: a tabela analisa os diferentes crescimentos da bactéria nos tubos C, D e E.

Material do Experimento	Absorbância
Cubeta com meio de cultura	303
Tubo C	325
Tubo D	357
Tubo E	413

Cubeta	Absorbância
Escura	644
Transparente	273
Com Água	295

Legenda: Com o propósito de medir os diferentes níveis de absorção de luz em cada tubo de *Escherichia coli* (C, D, E), primeiramente foi feito um teste de controle de absorbância com uma cubeta escura (644), uma cubeta transparente (273) e outra com água (295). Já com o material do experimento: cubeta com meio de cultura (303), tubo C (325), tubo E (413) e o tubo D (357).

Os tubos de ensaio continham bactérias da espécie *Escherichia coli* (E. coli), dois nos quais continham protetor solar. Diante dos primeiros resultados, o protetor se mostrou eficaz na proteção e geração das colônias. As respostas obtidas estão condizentes com o esperado, as colônias que estavam cobertas com uma camada de protetor (tubo E e D) se desenvolveram quase duas vezes mais que o tubo sem proteção (tubo C), e o nível de absorbância se mostrou maior nos tubos E e D. A única diferença entre estes tubos, é que aquele marcado como E, possui uma camada mais grossa de protetor solar.

Se houvesse a oportunidade, seriam feitos mais repetições deste teste e as colônias seriam expostas por mais tempo, então seria determinado uma média ideal de resultados. Uma limitação do experimento foi a dificuldade em fazer a contagem de UFC, unidade formadora de colônia, devido a grande quantidade de caldo utilizada.

A sigla UFC é um termo na microbiologia, que se refere ao número de microorganismos vivos em um líquido. Este valor é determinado pelo número de colônias individuais (TERSZOWSKI, 2005).

Este trabalho corrobora o trabalho conduzido na Universidade de Illinois, que diz que a luz negra, causa uma mudança no comportamento de tal bactéria, o modo como elas se locomovem muda, porém é um processo reversível. O protetor utilizado neste experimento proteje estas colônias de tal mudança, já que a luz não as atingirá com sua total capacidade (PERLOVA, 2019).

Conclusão

Diante dos resultados obtidos, é possível afirmar que a luz negra (com índice de UVA), é maléfica para os organismos, já que as bactérias que não estiveram com o filtro solar, morreram mais. Desse modo, pensando na pele humana, a aplicação do filtro solar é indispensável para evitar os danos do UVA à pele humana. Isso se aplica mesmo em ambientes escuros, com luz negra, como em casas noturnas, baladas.

Referências

- DE ARAÚJO, T. S.; DE SOUZA, S. O. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Scientia plena**, v. 4, n. 11, 2008.
- KORB, Arnildo et al. Perfil de resistência da bactéria Escherichia coli em infecções do trato urinário em pacientes ambulatoriais. **Rev Biol Ciênc Terra**, v. 13, n. 1, p. 72-9, 2013.
- MOTA, André LN et al. Aplicaçao do processo Foto-Fenton na fotodegradaçao do fenol em meio aquoso utilizando lâmpadas de luz negra como fonte de radiaçao. In: **21st Congreso Interamericano de Ingenieria Quımica**. 2005.
- RANGARAJAN, M.; ZATS, J. **Effect of formulation on the topical delivery of α-tocopherol**. J. Cosmet. Sci. 54: 161-174 (2003)
- PERLOVA, T., Gruebele, M., & Chemla, Y. R. (2019). Blue light is a universal signal for Escherichia coli chemoreceptors. Journal of bacteriology, 201(11), e00762-18.
- SANTOS, Neusa de Queiroz. A resistência bacteriana no contexto da infecção hospitalar. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 13, p. 64-70, 2004.
- TERSZOWSKI, G., Waskow, C., Conradt, P., Lenze, D., Koenigsmann, J., Carstanjen, D., ... & Rodewald, H. R. (2005). Prospective isolation and global gene expression analysis of the erythrocyte colony-forming unit (CFU-E). Blood, 105(5), 1937-1945.

Coração na Ponta dos dedos: Um protótipo

Cecília Ahmad Cerqueira Nascimento, Francisco Ribeiro Pereira Thomson, Juliana Pinotti Carvalho Pereira, Stella Gizzi Smith Angelo e Thomas Csillag Finger
Professor(a) orientador(a): Lucianne Leigue dos Santos, Marta Rabello
Colégio Bandeirantes

Resumo

A frequência cardíaca de um ser humana é uma das mais importantes medidas dos sinais vitais de saúde do ser humano. Diversos estudos expõem alternativas para a criação de um medidor de frequência cardíaca (cardiofrequencímetro), no entanto, essas podem ser muitos custosas, portanto, inacessíveis a grande parte da população. O número de pessoas com baixa renda e com doença mental afetada é três vezes mais alta comparada à de pessoas com maior renda, assim, o sistema cardíaco é exposto a mais situações de risco. Com isso, a pergunta estava determinada: É possível produzir um cardiofrequencímetro acessível a todos os públicos, com os recursos disponíveis atualmente? Dessa forma, ao longo do projeto foi utilizado o Arduíno Uno, com o objetivo de desenvolver um protótipo de um instrumento que calcula a frequência cardíaca, com um menor custo. Foram desenvolvidos dois protótipos, ambos com o Arduíno Uno, no entanto um com o sensor Pulse Sensor Heart rate monitor, senhor de frequência cardíaco de fio que utiliza o princípio do LDR e do Led para medir a frequência cardíaca com as variações de luz medidas, e outro com o sensor de radiação infravermelha KY-039. As variáveis consideradas no experimento incluem: a influência da luz no meio externo, pressão e a posição do dedo no sensor, e foi utilizado como controle primeiramente o relógio Garmin fenix 3. Após testar o protótipo com diversas pessoas e modificar seu hardware e software diversas vezes, a pergunta que motivou a pesquisa pôde ser respondida com uma afirmação negativa. Os resultados mostram que a posição, pressão aplicada e luz do meio ambiente sobre os sensores do protótipo possuem um grande impacto no cardiofrequencímetro desenvolvido, que inviabilizam a obtenção de resultados precisos. Assim, pode-se concluir que com a tecnologia disponível

atualmente, não é possível de construir um cardiofrequencímetro acessível. Não conseguimos cumprir nossas metas à pesquisa, uma vez que não foi possível criar uma ferramenta acessível a todos, a partir de sensores baratos, já que estes não possuem qualidade o suficiente para ter resultados consistentes e que ajudaria na vida de todos.

Palavras-chave: Renda; saúde mental; sistema cardíaco; tecnologia; Arduino Uno; protótipo; cálculo da variação da frequência; sensores; luminosidade; pressão

Abstract

The heart rate of a human being is one of the most important medical measurements while analyzing somebody's health. Several studies expose alternatives for creating a heart rate monitor, however, they can be really expensive, thus inaccessible. The number of people with lower incomes and compromised mental health is three times higher compared to the more fortunate individuals, putting their cardiac system at risk. The question was set: Is it possible to make a cheap heart rate monitor with the resources available? Therefore, the project explored the Arduino Uno with the aim of developing a prototype of an instrument that calculates the frequency variation at a more accessible price. There were two prototypes, one with the Pulse Sensor Heart rate monitor and the other with Infrared pulse monitor KY-039. The variables considered for the experiment included: influence of light, pressure and position of the finger on the heart rate monitor. After testing the prototype with several people and modifying its hardware and software multiple times, the research's question could be affirmed negatively. The results confirm that the finger's position, pressure and light from the environment have a deep impact on the heart rate monitored by the prototype are important to get accurate results, however, it could be concluded that it is still not possible, with our current technology, to create an accessible prototype for a heart monitor. In summary, we did not achieve the goals for the study, once it was not possible to create an instrument that is accessible for everyone, from cheap sensors since they do not have the sufficient quality to have consistent results that would have relevance in the humans' lives.

Keywords: income; mental health; cardiac system; technology; Arduine Uno; prototype; calculation of the frequency variation; sensors; light; pressure

Introdução

Antigamente, problemas relacionados à saúde mental eram ignorados pela população, sendo levados como um drama ou uma tristeza qualquer, e se possuía pouco conhecimento das consequências de problemas mentais. Porém, desde a evolução da vida moderna e urbana, doenças como ansiedade e depressão aumentaram drasticamente e, segundo a OMS, no Brasil atual 5,8% da população possui depressão, e 9,3% possuem ansiedade (SILVA; DE SANTANA; 2004).

O principal fator dessas doenças é o estresse, e ele vem acompanhado principalmente de fatores negativos que afetam a sociedade como um todo, como complicações no trabalho, problemas financeiros e familiares, sensação de insegurança e falta de esperança. Esses fatores, muito presentes na vida da população de baixa renda, ratificam pesquisas de diversos países que mostram a relação entre os indicadores de pobreza e Transtornos Mentais Comuns (TMC), como exemplo, a depressão é três vezes mais comum entre a classe trabalhadora, pobres e mulheres (ALMEIDA; LESSA, 2004).

A pobreza e estresse da população atual pode levar a consequências físicas, que podem se tornar fatais. No momento que um indivíduo fica estressado, seu corpo produz um excesso de glóbulos brancos, que são essenciais na defesa do corpo humano a diversas doenças e infecções, contudo, sua presença em excesso, e nos lugares errados podem ser prejudiciais à saúde, criando coágulos que interferem na corrente sanguínea, podendo ser nocivos à saúde (SWIRSKI.; NAHRENDORF, 2013), e elevam a chance de certo indivíduo de ter certas doenças cardíacas. Fortes emoções também levam a mudanças bruscas no batimento cardíaco. “Alguns médicos apontam que a melancolia profunda aumenta a concentração de hormônios como o cortisol — e, em excesso, eles danificam os vasos sanguíneos e o coração”. (MORAES,2017). Assim a depressão mesmo sem estresse pode levar a cardiopatias, multiplicando o risco de problemas cardíacos de pessoas depressivas em até cinco vezes.

Ao longo dos anos, com a evolução dos aparelhos científicos, da pesquisa, da medicina, entre diversos outros fatores, foi possível ser desenvolvido métodos,

que conseguiam identificar doenças cardíacas, ou no caso, toda doença que é a principal causa de causa em todo o mundo, antes até do câncer (MANSUR; FAVARATO; 2021). Exemplos de aparelhos que ajudam na detecção de doenças cardíacas, com a melhor qualidade em ambientes ambulatórios profissionais, como o eletrocardiógrafo, que monitora a atividade elétrica do coração, e com ela é possível se fazer o diagnóstico de condições normais de nascença até outras muito graves, como ataques cardíacos. Raio X, sendo outra alternativa para fazer diagnósticos cardíacos, que permite uma previsão mais precisa dos órgãos internos, com resultados mais precisos também, e o Raio X é considerado o ‘exame inicial cardíaco'. Outro aparelho é o Oxímetro, que é o mais famoso, utilizado por paramédicos, socorristas entre outros profissionais da saúde, com objetivo de obter resultados precisos e eficientes no medicamento e saturação de Oxigênio e da frequência cardíaca (CLINICACEU; S.D.). Contudo esses aparelhos são muito caros, contudo, o método utilizado de medir frequência cardíaca para identificação de doenças cardíacas, é reproduzível e acessível a preços mais baratos.

Quando se fala frequência cardíaca, é possível comparar com um carro, ela não pode estar nem muito rápido, nem muito devagar, nem muito errática. A frequência cardíaca de um indivíduo é importante, principalmente por causa da função do coração, de bombear sangue para todas as partes do corpo, e, portanto, fluxo de oxigênio e alguns outros nutrientes sanguíneos para todas as outras partes do corpo. Quando a frequência cardíaca não está funcionando propriamente, pode se afirmar que provavelmente todo o corpo será afetado. A frequência cardíaca normal de uma pessoa tem em média, cerca de 60-100 batimentos por minuto (bpm), contudo em repouso, uma frequência de 50-70 bpm também é ideal. Também, outro fator que entra ao medir a frequência cardíaca de alguém é a regularidade ou irregularidade dela (SHMERLING, 2020).

No tópico mais específico do que significa ter alta ou baixa frequência cardíaca, muitos fatores são levados em consideração, e é sempre importante notar que se alguém tem alta frequência cardíaca, não significa que ela tem cardiomiopatia ou alguma outra doença e sim pode indicar outras coisas.

Uma baixa frequência cardíaca, em pessoas saudáveis, pode ser fruto de alguém ser fisicamente ativo, de algum medicamento que elas têm que tomar (como propranolol e metoprolol) ou até no sono. Contudo pode ser também um indício de alguma doença como ataques cardíacos ou outras doenças cardíacas, infecções, se destacando entre elas a doença de Lyme, hipercalemia (altos níveis de potássio no sangue), ou uma glândula tireoide sem muita atividade. Sintomas incluem fadiga, tonturas e dor de cabeça, confusões ao longo do dia ou a impossibilidade da realização de exercícios físicos (VANDERLEI; PASTRE; HOSHI; CARVALHO; GODOY, 2009)

Já uma alta frequência cardíaca, em pessoas saudáveis, pode significar que ela é altamente fisicamente ativa, que é alguém muito nervosa e excitada, onde a frequência cardíaca pode subir, uso de estimulantes como cafeína e cocaína, ou se alguma pessoa estiver grávida. No entanto, como no caso anterior, alta frequência cardíaca pode indicar que a pessoa contém algumas doenças, como grande parte das infecções ou causa da febre comum, problemas cardíacos, como já anteriormente citado, cardiomiopatia, fibrilação atrial, ou taquicardia ventricular. Hipocalemia, anemia, asma ou outras doenças respiratórias, entre outros. Sintomas incluem fadiga e tontura, como baixa frequência cardíaca, além disso, palpitações ou forte sentimento do batimento cardíaco no peito ou sentimento do coração acelerado, falta de ar e dor na região do peitoral. (LIMA; 2022)

Com esses exemplos a pessoa provavelmente se perguntaria, quando que ela deveria se preocupar com sua frequência cardíaca? Mesmo se a pessoa de fato apresentasse os sintomas citados nos parágrafos anteriores, na grande maioria dos casos, os diagnósticos são feitos a partir de exames ECG entre outros exames, tanto que muitos dos sintomas podem ser causados por outras coisas além do irregular frequência cardíaca.

O cálculo da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é necessária para monitorar o desempenho do sistema nervoso autônomo (SNA) do corpo humano que possui o papel de manutenção do ambiente corporal interno, controlando a temperatura do indivíduo, o esvaziamento da bexiga, porém, principalmente, a pressão arterial dos seres. O conhecimento do VFC trata-se de uma medida de

avaliação da modulação do SNA em situações de vigilância, sono, treinamentos, estresse e muitos outros. É necessário para defini-la, calcular as oscilações no intervalo de tempo entre batimentos cardíacos consecutivos. Para essa análise, é realizado diferentes tipos de procedimentos a partir de sensores externos colocados em pontos específicos do corpo com equipamentos complexos como, por exemplo, eletrocardiógrafos, conversores analógicos digitais e cardiofrequencímetro. Entretanto, eles possuem altos custos e não há uma boa adaptação em ambientes não-laboratoriais. Uma forma que está se tornando muito comum para o cálculo da VFC é por meio da tecnologia de relógios *Smartwatches*. Eles se utilizam de sensores mais simples que são capazes de detectar por uma luz de *Led* embutida, a pulsação do sangue, assim, projetando a sua frequência cardíaca na tela do dispositivo. Para tornar a verificação da VFC mais acessível, o projeto procura explorar a tecnologia do Arduíno. Ele é uma placa de controle de dados com linguagem de programação simples e um Software livre para construir em várias plataformas, além disso, possui um baixo custo. (MARINHO, 2012, pg.5)

A justificativa do projeto é que o número de pessoas de baixa renda com a saúde mental afetada é três vezes mais alto do que os de renda alta (SILVA; DE SANTANA; 2004). Além disso, doenças como depressão e ansiedade afetam diretamente a frequência cardíaca, e podem causar ataques cardíacos, infecções, infarto e outras doenças (MANSUR; FAVARATO; 2021). Por isso, é de extrema importância que todos da nossa sociedade tenham acesso a formas de conseguir medir a frequência cardíaca, para identificar possíveis problemas.

Desse modo, a pergunta principal é: Como desenvolver um protótipo de instrumento para o cálculo dessa variabilidade de frequência cardíaca mais acessível para o público?

Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um protótipo para monitorar os batimentos cardíacos por meio de sensores-Arduino, de uma forma acessível a todos e de baixo custo.

Materiais e Método

Para a realização do projeto foram utilizados os seguintes materiais:

- Arduino
- Led
- Fita de velcro
- LDR
- Sensor de pulso para Arduíno
- Resistor 330 Ohms
- Resistor 10k Ohms
- ProtoBoard
- Caixa de papelão
- fita crepe

Tabela 01 – Características técnicas da placa Arduino Uno Especificações Técnicas

Tamanho:	5,3cm x 6,8cm x 1,0cm
Microcontrolador:	ATmega328
Tensão de operação:	5V
Tensão de entrada (recomendada):	7-12V
Tensão de entrada (limites):	6-20V
Pinos de entrada/saída (I/O) digitais:	14 (dos quais 6 podem ser saídas PWM)
Pinos de entrada analógicas:	6
Corrente DC por pino I/O:	20mA
Corrente DC para pino de 3,3V:	50mA
Memória Flash:	32KB (dos quais, 0,5KB são usados pelo bootloader)
Velocidade de Clock:	16MHz
SRAM:	2KB
PROM:	1KB

Fonte: www.arduino.cc

No trabalho foi utilizado uma placa Arduino, luz de Led (comprados), e um sensor de batimento cardíaco, (comprado ou feito). Com todos os materiais, foi programado as partes de *software* e *hardware*, para assim experimentar sua funcionalidade na mesma pessoa em circunstâncias diferentes (emocionais e físicas), no qual pode haver uma variação no seu batimento cardíaco. Estas circunstâncias estariam fazendo exercícios aeróbicos, sob a pressão de uma prova, e em repouso. Após medir seus batimentos por uma duração de tempo, foi observado se o protótipo funciona.

O grupo pretendeu investigar meios acessíveis de sensores e protótipos para medir a frequência cardíaca e tipos de atividades que podem variar a de uma pessoa, por meio de demarcações contínuas em diferentes situações. Assim, o protótipo seria colocado em pessoas realizando diversas ações físicas, como movimentos complexos, esportes, em repouso ou estados emocionais diferentes, sendo o controle alguém em pé parado.

Desse modo, a variável independente seriam as atividades físicas, a variável dependente a frequência cardíaca e as constantes seriam as pessoas, roupa e temperatura. Além disso, a hipótese inicial do projeto foi que, se fosse possível medir a frequência cardíaca das pessoas em diferentes situações, então seria possível correlacionar ela com seu ambiente e nível de estresse e movimentação em diversas situações e com um preço menor.

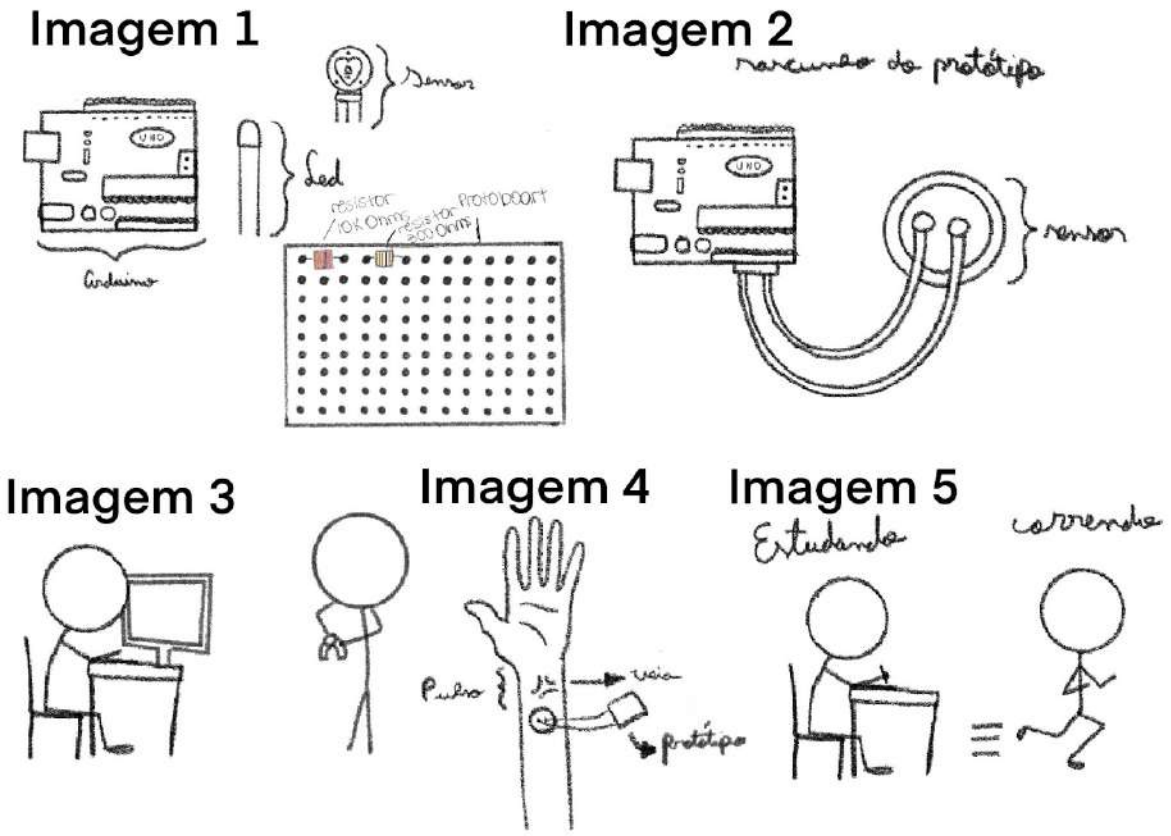


Figura 1: Desenho dos materiais a serem utilizados para a realização do projeto: Protoboard, resistor 10K ohms, resistor 300 ohms, led, arduino e um sensor cardiofrequencímetro.

Figura 2: Desenho de planejamento do protótipo final, co-ligando o arduino ao sensor

Figura 3: Demonstra um desenho de duas pessoas genéricas, representadas pelos bonecos de palitinho, colocando o velcro em seu dedo indicador, pronto para fazer as atividades físicas necessárias e atividades para o experimento.

Figura 4: Demonstra um desenho do protótipo do cardiofrequencímetro em prática tirando o pulso do nosso indivíduo controle.

Figura 5: É demonstrado duas pessoas genéricas, representados pelos bonecos de palitinho, fazendo o experimento proposto, para medir a frequência cardíaca em diferentes situações que promovem batimentos mais elevados.

Resultados e Discussão

O quadro abaixo demonstra as variáveis que foram consideradas na testagem dos protótipos montados pelo tipo de sensor cardiofrequencímetro utilizado, sendo esses, o Sensor pulso com cabo, KY-039 Pulso Infravermelho e Oxímetro (controle). Os resultados da tabela demonstraram 4 resultados negativos, 1 parcial e o controle, que possui sucesso. Desta forma, houve cerca de 90% de resultados negativos, sem incluir neles o controle, e incluindo o resultado do experimento 5 que, parcialmente, teve sucesso.

Quadro 1: Análise dos resultados do protótipo de cardiofrequencímetro

SENSOR	Sensor de pulso com cabo	Sensor de pulso com cabo	Sensor de pulso com cabo	**KY-039 Pulso Infravermelho**	**KY-039 Pulso Infravermelho**	**Controle - oxímetro**
Tentativas	1	2	3	4	5	6
Com ou sem influência da luz	Com	Com	Sem	Com	Sem	Sem
Pressão do dedo no sensor	Sem	Mediana	Forte	Sem	Forte	Sem
Origem da codificação	Pulsesensor.com	Pulsesensor.com	Pulsesensor.com	Arduino.cc	Arduino.cc	N/A
Variação da frequência de picos no gráfico de acordo com o monitor	Alteração na frequência do número e da altura dos picos. Estes variam se há movimento do dedo ou da luz	Alteração na frequência do número e da altura dos picos. Estes variam se há movimento do dedo ou da luz	Alteração na frequência do número e da altura dos picos. Estes variam se há movimento do dedo ou da luz, se provando muito sensível o sensor	Alterações de acordo com a posição do dedo, diferenças muito grandes não precisas entre alturas dos picos, não se observando uma continuidade.	Alterações de acordo com a posição do dedo e pouca variação em relação das alturas dos picos, e frequência mantém-se continua até certo ponto que perde a ordem que seguia, e sofre	Alturas de picos e frequência destes se demonstram contínuas, com mínima variação, nenhuma visível.

					elevada variação na frequência	
Batimentos cardíacos no monitor protótipo	20- 240 BPM	20- 240 BPM	20- 200 BPM	50- 150 BPM	50- 105 BPM	97-99 BPM
Resultados finais	Incapaz de captar qualquer tipo de alteração da frequência cardíaca	Incapaz de captar alteração da frequência cardíaca	Incapaz de captar alteração da frequência cardíaca	Incapaz de captar alteração da frequência cardíaca	Parcialmente incapaz de captar alterações da frequência cardíaca	Totalmente capaz de captar alterações da frequência cardíaca

- N/A: não se aplica

Durante todo o desenvolvimento do projeto houve diversos imprevistos, principalmente, relacionados à captação da frequência cardíaca pelo hardware. Para tentar contornar a situação, foram feitas adaptações como a escolha e posição do dedo e a quantidade de pressão feita pela pessoa no sensor, a presença ou não de luz e, inclusive, outros modelos de sensor. A mudança do dedo e sua posição e da quantidade de pressão aplicada permitiram a conclusão de que o dedo indicador é o mais viável quando feita uma pressão mais forte, entretanto, os sensores são extremamente sensíveis e mesmo que a posição do indicador fosse alterada, não seria possível captar a frequência corretamente, fazendo aparecer no monitor medidas como 20 BPM até 240 BPM.

Desse modo, foi descoberto que a quantidade de luz no ambiente, pode alterar os resultados, uma vez que os sensores funcionam a partir da sombra que a luz faz sobre o sangue ao passar na corrente sanguínea. Assim, qualquer movimento feito que modificasse a quantidade da luz captada pelo sensor, este marcaria como uma pulsação do coração, comprometendo os resultados. Desenvolvendo-se a hipótese que, se a luz é uma variante responsável por alterar grande parte dos resultados, e o experimento fosse feito em uma caixa escura, seria possível calcular a frequência cardíaca com mais precisão. Foi observado que sim, todavia, os resultados continuavam a ter grande desvios, tendo diferenças de 50 BPM até 200 BPM. Além disso, este resultado trouxe o grupo a perceber que o controle experimental, um relógio Garmin fenix 3, também poderia trazer resultados desviados, já que não há um

meio de isolamento da luz externa. Desta forma, foi testado 3 vezes a medição da pressão com o relógio em ambientes com menos luz, e no sol. A diferença de resultados era evidente, que nas três vezes os resultados, em ambientes sem sol, eram de 97-99 BPM, mas com a presença do sol, o resultado se tornava muito mais elevado, variando de 120-125 BPM. Por isso, o controle para o equipamento médico do oxímetro foi mudado, no qual, independente da luz do meio externo, devido ao isolamento luminoso interno, mantinha-se a frequência cardíaca entre 96-98 BPM.

Desse modo, como a diferença no ambiente ou na pessoa não foi suficiente para fazer o sensor funcionar, foi preciso testar com outros sensores para Arduino. Assim, foi obtido um novo sensor igual e testado com este sensor novo, de mesmo tipo, Pulsesensor, mas os resultados obtidos mantiveram-se os mesmos. Ficando evidente a necessidade da alteração do sensor, sendo substituído pelo sensor KY-039, que funciona a partir de luz Infravermelha. Infelizmente, o experimento com este não foi completamente positivo, havendo diferenças de 50 BPM e 105 BPM, não demonstrando a precisão semelhante ao controle, como se era esperado.

Portanto, o principal fator limitante do trabalho foi o material, já que pelo objetivo se “produzir um protótipo acessível”, foram usados produtos de baixo custo que não tinham a qualidade necessária para medir a frequência cardíaca de forma regular. Outro fator limitante foi a falta de conhecimento prévio, já que o projeto necessitava um conhecimento aprofundado sobre Arduino e programação, algo que o grupo não possuía, devido a complexidade envolvida na codificação do *hardware* dos sensores.

Assim, tais como os resultados obtidos no protótipo do experimento de “PAWAR, 2014”, que apresenta um sensor de frequência cardíaca feita com *Arduino uno & GSM module* com a finalidade de produzir um sensor que consiga tratar um paciente a distância e mandar um SMS com os resultados para um responsável, teve seu desfecho malsucedido semelhante. As frequências medidas pelo sensor também eram muito inconsistentes por não serem da melhor qualidade, e os resultados mostraram porcentagem de erro entre 40% e 60%, variando com testes em diferentes pessoas e com diferentes sensores. Já no projeto “JACICHEN, 2016”, em que é usado Arduino IDE para a programação de um software que capte a frequência cardíaca de ciclistas, os resultados foram positivos, com porcentagem de erro entre 5% e 10%. Porém, apesar disso, é apresentado que os gráficos variam bastante dependendo de onde está localizado, uma dificuldade também partilhada pelo grupo.

Visando um protótipo com resultados positivos, os modelos de sensor de frequência cardíaca poderiam ser trocados, porém mesmo sendo uma visão, ainda sim é uma limitação para o projeto. Além disso, para deixar o trabalho mais consistente, talvez seria necessário montar um modelo para o frequencímetro em que a posição do dedo e luz fosse sempre constante.

O protótipo, trouxe um aspecto positivo ao olho público, que é o de que para se montar um protótipo de baixo custo que sirva para ajudar pessoas com pequena disponibilidade financeira, ainda é necessário muito desenvolvimento tecnológico, devido ao mau-funcionamento de sensores cardíacos baratos. Além disso, mesmo não sendo previsto, foi possível identificar que alguns dos relógios *smart* não devem ser vistos como um aparelho de confiança total para se obter resultados médicos, devido a variação que se demonstra com fatores do meio externo com valores medidos.

No entanto, este mesmo aspecto trazido sobre a acessibilidade de sensores e meios de medir frequência cardíaca, pode ser considerado algo mais negativo que positivo, devido a atual demanda de aparelhos médicos de custo muito baixo para serem distribuídos em zonas periféricas e urbanas em que a renda é baixa. Além disso, o experimento mostrou que para se obter um bom resultado, o produto a ser utilizado exige materiais de maior custo e de menor acesso ao público.

Portanto, o trabalho não se encerrou da forma desejada, onde não houve êxito em medir a frequência cardíaca de um indivíduo com um sensor barato, demonstrando-se malsucedido o experimento na falta da constância da frequência e da altura dos picos nos gráficos que medem a frequência cardíaca.

Conclusão

Pode-se concluir que o trabalho não atingiu as devidas expectativas, já que o objetivo principal era criar um medidor de frequência cardíaca de preço acessível, porém os sensores de baixo custo não possuem a qualidade necessária para criar um protótipo consistente e que possa trazer resultados relevantes para ajudar um indivíduo.

Referências

- CeuDiagnósticos. **Conheça 5 exames que detectam doenças cardíacas.** Disponível em: <https://wwwclinicaceu.com.br/blog/exames-que-detectam-doencas-cardiacas/>. Acesso em: 19/03/2022.
- ConexaSaúde, 2022. **Depressão é uma doença? Entenda porque, como prevenir e tratar**. Disponível em: <https://www.conexasaude.com.br/blog/depressao-e-a-doenca-do-seculo/#:~:text=Para%20a%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20da,principal%20causa%20de%20doen%C3%A7as%20atuais>. Acesso em: 19/03/2022.
- DA NOBREGA, Antonio Claudio Lucas; DE CASTRO, Renata Rodrigues Teixeira; DE SOUZA, Alexandro Coimbra. **Estresse mental e hipertensão arterial sistêmica**. Rev Bras Hipertens vol, v. 14, n. 2, p. 94-97, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Nobrega/publication/242125906_Mental_stress_and_systemic_arterial_hypertension/links/0deec538d987d4eaec000000/Mental-stress-and-systemic-arterial-hypertension.pdf>. Acesso em: 22/03/2022.
- DE ROBÓTICA, Grupo. **Introdução ao arduino**. Notas de aula, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2012. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32413349/Arduino_Destacom-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1648230992&Signature=Vs7ZyVxgyYbVQTvFhi9DoPIpJEdLts8PJkOmAkKJwaDVaczM0CHIhlR-39lByVx4lCR9fgzXo-hX7xo1nHKoUs9hZv9dMaerWCiM794aixsOtEumvok1u65Xd54pBGi1-95CPI--nXJyh7r-Id7KRYPNCGq76cgTNQ~SPAz8-AxAE~O5-IQObx4EyHRP4PV68E2G6AgUcowR1qktNvGdTG7md4bJkpK2R2jRpY0vtgqhH9Nqghylo6000DEzwqGmUKLMME15OatL22XFdQls3k8K9Vpix3EgQVbWut9YkWu2LxH4YkPQlk2Mo7xI3dPZUjLaqmTfi8coKpzp1tq36A__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>. Acesso em: 20/03/2022.
- DE SOUZA ANDRADE FILHO, Antonio; DUNNINGHAM, William Azevedo. A Pandemia da Depressão. Revista Brasileira de Neurologia e Psiquiatria, v. 23, n. 3, 2019. Disponível em: <https://revneuropsiq.com.br/rbnp/article/viewFile/579/198>. Acesso em: 18/03/2022.
- GROLLI, Verônica; WAGNER, Marcia Fortes; DALBOSCO, Simone Nenê Portela. **Sintomas depressivos e de ansiedade em adolescentes do ensino médio.** Revista de Psicologia da IMED, v. 9, n. 1, p. 87-103, 2017. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6185316>. Acesso em: 22/03/2022.
- **H, SHIMERLING, R;** How's your heart rate and why it matters? **Harvard Health Publishing. Disponível em: <https://www.health.harvard.edu/heart-health/hows-your-heart-rate-and-why-it-**

matters#:~:text=A%20normal%20heart%20rate%20is,closer%20to%2050%20to%2070>. **Acesso em: 21/03/2022.**

- Hcor. **Cardiologista do Hcor alerta: estresse pode levar ao infarto**. Disponível em: <https://www.hcor.com.br/imprensa/noticias/estresse-leva-infarto-aponta-pesquisa-de-harvard/>. Acesso em: 25/03/2022.
- JACICHEN, Guilherme; SAMPAIO, Jessica I.; ABRIL, Tomás. Veloguia: **Um dispositivo de orientação GPS e monitoramento de frequência cardíaca para ciclistas. 2016.** Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/gustavobborba/if66j-s71-projetos/files/IF66J-16b_RT_Veloguia.pdf>. Acesso em: 19/03/2022.
- LIMA, Ana Luiza et al. **Frequência cardíaca: batimento cardíaco normal (por idade).** Website about clinical medicine, 2009. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/frequencia-cardiaca/>. Acesso em 29/04/2022
- MANSUR, Antonio de Padua; FAVARATO, Desiderio. Taxas de Mortalidade por Doenças Cardiovasculares e Câncer na População Brasileira com Idade entre 35 e 74 Anos, 1996-2017. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 117, p. 329-340, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/cJzNdtHVN7PxzTg9BhnqWXb/>. Acesso em: 27/04/2022.
- Medley. **A relação entre as doenças do coração e a depressão**. Disponível em: <https://www.medley.com.br/podecontar/quero-ajudar/a-relacao#>. Acesso em: 19/03/2022.
- Medtec. **4 Equipamentos Hospitalares Essenciais No Diagnóstico De Doenças Cardíacas.** Disponível em: <https://medtecnet.com.br/2021/03/11/4-equipamentos-essenciais-diagnostico-doencas-cardiacas/>. Acesso em: 19/03/2022.
- PAWAR, Prajakta A. **Heart rate monitoring system using IR base sensor & Arduino Uno**. In: 2014 Conference on IT in business, Industry and Government (CSIBIG). IEEE, 2014. p. 1-3. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7057005>. Acesso em: 20/03/2022.
- Sanar, 2019. **Sistema Nervoso Autônomo (SNA): definição, organização e mais.** Disponível em: <https://www.sanarmed.com/sistema-nervoso-autonomo>. Acesso em:19/03/2022.
- SILVA, Dilma Ferreira; DE SANTANA SANTANA, Paulo Roberto. **Transtornos mentais e pobreza no Brasil: uma revisão sistemática**. Tempus–Actas de Saúde Coletiva, v. 6, n. 4, p. ág. 175-185, 2012. Disponível em: <https://tempus.unb.br/index.php/tempus/article/view/1214/1099>. Acesso em: 24/03/2022.
- SILVA, João Lucas de S. et al. **Plataforma Arduino integrado ao PLX-DAQ: Análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35.** Escola Regional de Computação

Bahia, Alagoas e Sergipe, v. 14, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Michelle-Cavalcante/publication/305771112_Plataforma_Arduino_integrado_ao_PLX-DAQ_Analise_e_aprimoramento_de_sensores_com_enfase_no_LM35/links/58343f9208aef19cb81f55b6/Plataforma-Arduino-integrado-ao-PLX-DAQ-Analise-e-aprimoramento-de-sensores-com-enfase-no-LM35.pdf>. Acesso em: 19/03/2022.

- VANDERLEI, Luiz Carlos Marques et al. **Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica.** Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery, v. 24, p. 205-217, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbccv/a/Yh54M3tJK4tgWD5PSGcnmPK/>. Acesso em: 20/03/2022.

Os impactos do COVID na nossa sociedade

Ana Carolina Schramm, Eduardo Ferreira Melo, Jeongwon Choi, Lucas Motta e Luiggi Delgado Bragatto
Professor(a) orientador(a): Marta Rabello e Lucianne Leigue
Colégio Bandeirantes

Resumo

COVID-19 teve um grande impacto durante esses dois anos e causaram várias mortes ao redor do mundo. O objetivo do projeto era achar uma relação entre as mortes de COVID e o Índice de Desenvolvimento Humano ("IDH") de certos países. A hipótese era que iria ter menos mortes de COVID nos países com o IDH alto. O experimento inteiro foi conduzido com a análise de dados e gráficos sobre mortes por pessoas, IDH de países relevantes e o número de casos de cada país. A hipótese foi provada incorreta pelos resultados. Os resultados evidenciaram que não foi possível relacionar o nível de IDH com o número de mortes causadas pelo COVID-19. Existem países com o IDH alto que experienciaram um número elevado de mortes e, por outro lado, outros com o IDH baixo e um número reduzido de mortes. Portanto, o grupo decidiu mudar o projeto, fazendo e criando um jogo que poderia mostrar alguns aspectos que revelaram certo nível de influência no número de mortes causados pelo COVID-19. Adequadamente, o experimento provou que as mortes de COVID-19 também foram o resultado de políticas governamentais, condições sanitárias, porcentagem de vacinação da população, entre outros.

Palavras-chave: COVID-19; HDI; mortes.

Abstract

COVID-19 had a massive impact in the past two years and caused several deaths around the world. The aim of the project was to find a relation between these COVID deaths and the Human Development Index ("HDI") of certain countries. The hypothesis was that there would be fewer COVID deaths in countries with a higher HDI. The whole

experiment was conducted with the analysis of data and graphics about deaths per people, HDI of the relevant country and number of cases in each country. The hypothesis was proved incorrect by the results. The results evidenced that it was not possible to relate the level of HDI with the number of deaths caused by the COVID-19. There are countries with a high HDI that experienced a huge number of deaths and, conversely, others with a low HDI and a small number of cases. Thus, the group decided to change the project and do a ludic game that could show some of the aspects that had some level of influence on the number of deaths caused by the COVID 19. Accordingly, the experiment proved that COVID-19 death cases were also a result of governmental policies, sanitary conditions, level of vaccination of the population, among others.

Keywords: COVID-19; HDI; deaths.

Introdução

Atualmente, o mundo está se recuperando da pandemia que certamente afetou vários setores econômicos, aspectos sociais, o psicológico das pessoas, e até mesmo trouxe consequências ecológicas. É perceptível como o mundo mudou e mudanças ocorreram este projeto pretende analisar e compreender como a pandemia afetou o mundo economicamente, socialmente, psicologicamente e ecologicamente.

Por exemplo, no ano de 2021, surgiu a nova variante Delta (SHIEHZADEGAN, 2021) e Ômicron (HE et al., 2021), que colocou em alerta muitos países, por causa do aspecto mais transmissível desse vírus. Isso impacta diretamente na nossa economia, de modo que temos que fazer novas vacinas, adaptadas às variantes, e social, porque há a maior circulação do vírus.

A COVID-19 é uma doença infecciosa causada pelo coronavírus SARS-CoV-2 e tem como principais sintomas febre, cansaço e tosse seca (ALIMOHAMADI et al., 2020). Existem muitas variantes dela: alfa, beta, gama, delta e ômicron, essa, considerada a mais preocupante, já que mais que a metade dos casos são dessa variante (MICHELON, 2021)

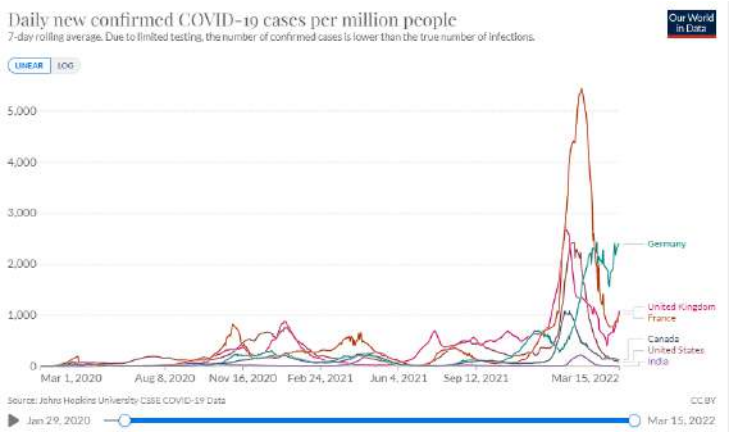


Figura 1- casos confirmados por cada 1 milhão de habitantes (Our World in Data, 2022).

Sendo assim, pode-se dizer que a COVID-19 impacta a sociedade. O impacto econômico que foi causado é grave, em que pode ver que o PIB mundial sofreu uma retração de 6%, comparado com o ano de 2019 (BORGES, 2021).

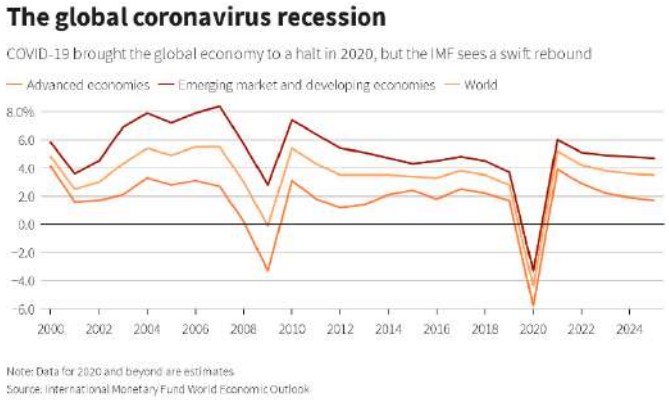


Figura 2 – impacto econômico da COVID-19 (Euractiv, 2022)

Os impactos econômicos da pandemia não são apenas a curto prazo e tem reflexos em todos os setores, o período de lockdown causou um aumento considerável na população desempregada e em desalento no Brasil e no mundo, no Brasil, o percentual de desempregados disparou com o começo da pandemia, saindo de 11,1% no 4º trimestre de 2019, batendo 14,9% no pico da crise (3º trimestre de 2020) e voltando ao percentual que precedeu a pandemia apenas no último trimestre de 2021 (Meneghetti, 2021).

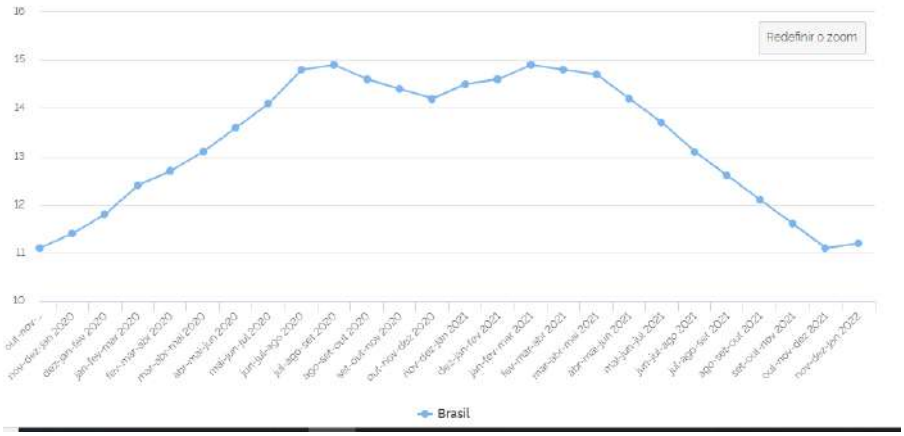


Figura 3 – taxa de desocupação de 10/2019 até 01/2022 (IBGE, 2022)

Além disso, temos os impactos das medidas emergenciais para essa crise de desemprego e pobreza, por exemplo, as políticas dos auxílios e incentivos e a inflação criada pela necessidade de imprimir mais cédulas para pagar tais auxílios.

A inflação já se encontrava em níveis altos pelas medidas restritivas (redução da oferta para os mesmos níveis de demanda causa aumento nos preços) e com o dinheiro sendo impresso aceleradamente, o IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo) disparou mais ainda (MÁXIMO, 2022). Como mostra a tabela abaixo:

dezembro 2017	2,95
dezembro 2018	3,75
dezembro 2019	4,31
dezembro 2020	4,52
dezembro 2021	10,06

Figura 4 – Variação acumulada do IPCA durante o ano, de 2017 até 2021, (IBGE, 2022).

Ainda mais, a pandemia causou impactos ambientais para o nosso planeta, pois gerou um aumento da geração de lixo hospitalar em todo o mundo, em que foram descartadas quase 25 mil toneladas de plásticos no oceano, e 12 mil em forma de microplásticos. Porém, também houve os impactos positivos causados no nosso ambiente, como a redução de 20% na emissão de gás carbônico, e mesmo durando pouco, por esse tempo, muitos lugares que estavam sendo destruídas voltaram a florescer (MCINTOSH, 2022).

Vendo os dados apresentados acima, pode-se dizer que os impactos foram grandes, por isso, deve-se analisar e entender como a pandemia afetou a nossa sociedade para diminuir esses impactos, lidar melhor com a pandemia e reconstruir

os danos que foram causados por ela. Por esse motivo, a pergunta de pesquisa do grupo é: Qual a relação do IDH com os casos do COVID-19?

Objetivos

Objetivo geral:

- Pesquisar os impactos socioeconômicos e ambientais do COVID-19.

Objetivos específicos:

- Analisar gráficos econômicos de 5 países ricos e 5 pobres;

- Correlacionar dados econômicos e ambientais antes e depois da pandemia;

- Relacionar dados inéditos econômicos (IDH, PIB…) com dados da pandemia (número de casos, números de mortes…);

- Criar uma estratégia “gamificada” para apresentar às pessoas as constatações pelo projeto obtidas.

Materiais e Método

O site https://ourworldindata.org/covid-deaths (figura 5) foi escolhido como único material que será usado porque foi necessário manter constante os dados pesquisados em um só lugar, além dele fornecer todas as informações necessárias a respeito dos países e dos dados de COVID ele também já faz os gráficos com os dados e países escolhidos.

Figura 5 – site ourworldindata.org.

O material do grupo são os dados de um site, nele foi feito todo o "experimento". Primeiro, o grupo entrou no site e buscou por COVID, aí foi dado a opção de mais informações como foi o caso e pesquisou por "mortes por COVID", depois foi selecionado os países que tinham sido previamente escolhidos para fazer a análise do gráfico pronto que o site deu (figura 6). Depois, foi comparado e relacionado os dados e feito um gráfico à mão com a relação ao tema procurado para ver se a hipótese pode ser comprovada. Tipos de análises possíveis:

1	Noruega	0,944
8	Estados Unidos	0,915
75	Brasil	0,755
119	Bolívia (Estado Plurinacional da)	0,662

Figura 6- pesquisa dos IDHs dos 4 países escolhidos para comparação de dados

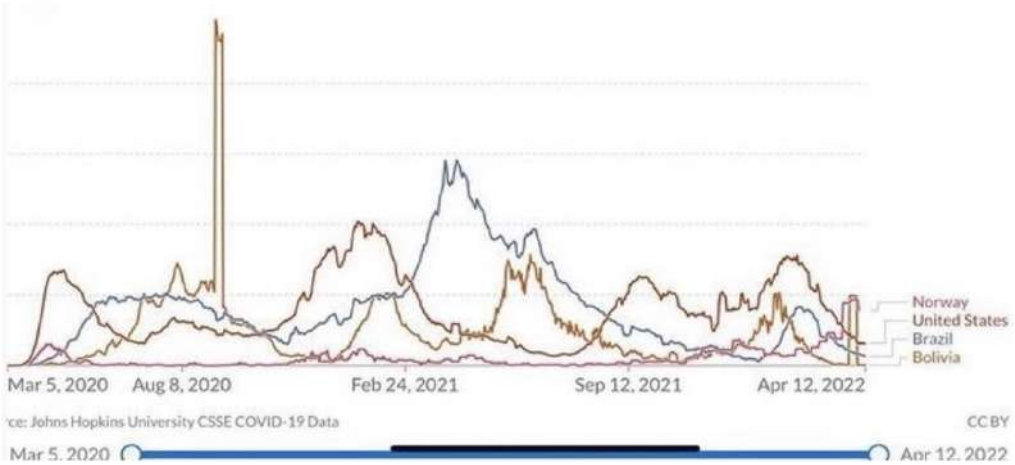


Figura 7- gráfico de morte por tempo da COVID dos 4 países

Figura 8- gráfico do número total de mortes da COVID dos 4 países escolhidos em proporção da população. Mortes/ 1M de habitantes

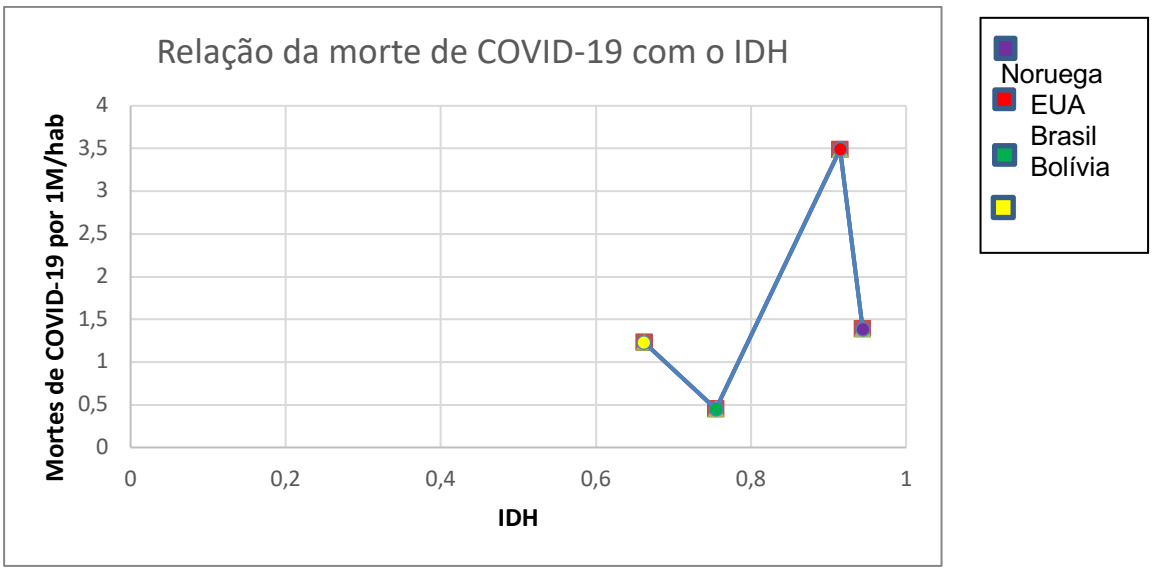


Figura 9- gráfico relacionando o IDH e o número de mortes dos 4 países

A diferença entre correlação e causalidade foi fundamental no desenvolvimento da nossa pesquisa, pois correlações podem ser encontradas entre as mais diversas coisas e muitas dessas correlações são apenas coincidências, ou seja, um fator não influencia nem causa mudanças no outro. Nessa pesquisa provamos não só a correlação entre o aumento do IDH e diminuição dos casos e mortes relacionados à COVID-19, mas também que o aumento do IDH influência e altera diretamente o número de casos e de mortes causadas pela COVID-19.

O aumento dos casos e mortes de COVID-19 podem ser alterados diretamente por fatores que são usados no IDH como a superpopulação de um lugar, a falta de acesso à infraestrutura do lugar, entre outros.

Após a correlação não ser encontrada nos dados pesquisados, o foco da pesquisa foi alterado para o desenvolvimento de um jogo de tabuleiro para a exposição do colégio. Usamos um tabuleiro e peças de madeira para o jogo, além de adesivos transparentes. Os materiais usados foram parte impressos em uma impressora 3D e parte em uma impressora tradicional.

O método pensado pelo grupo foi o jogo de tabuleiro, jogado por 4 ou 5 jogadores. O tabuleiro tem 22 casas, com a duração de 15 minutos ou menos, 95 cartas de perguntas, e um dado, com o objetivo de ganhar 4 pontos primeiro e vencer. O jogo inicia com todos os jogadores na casa do "início", onde cada jogador na sua vez jogo. Ao cair na casa branca, não acontece nada. Ao cair na casa "?" ele pegará uma carta com uma pergunta para ser respondida, caso responda certo, ele ganha um ponto, caso contrário ele permanece sem pontos. Também existem 2 casas especiais, que é a casa da Vacina, e se cair, você poderá ir para a próxima pergunta, e a casa do COVID, se cair, terá que ficar uma rodada parada no lugar. Todos repetirão esse processo até o primeiro jogador completar 4 pontos, o jogo acaba e têm-se um vencedor.

Resultados e Discussão

Primeiros resultados:

Foi feito uma comparação do IDH com as mortes de COVID de cada país, em que se observou que não há correlação entre os dados.

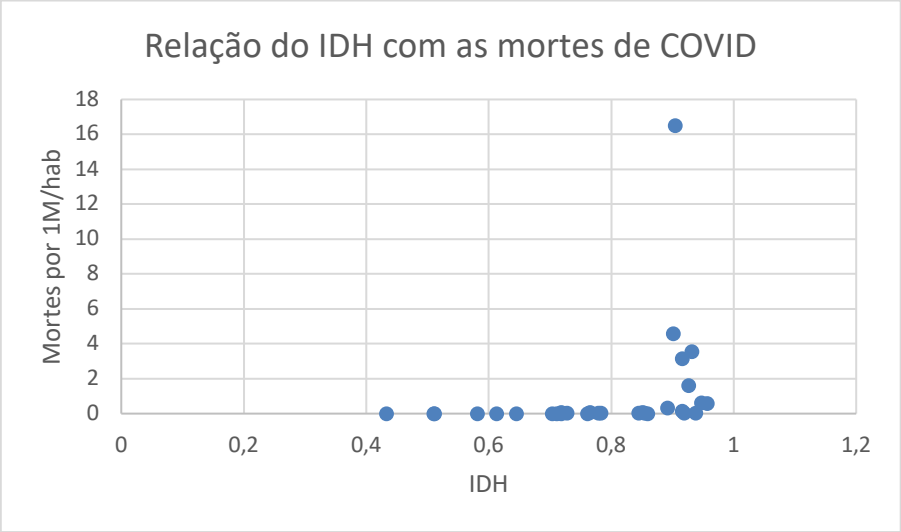


Figura 10 – Relação do IDH com as mortes de COVID-19 de 30 países de IDH diferente.

Foi visto que os resultados obtidos não forneceram respostas para comprovar a nossa hipótese inicial, que diz: quanto maior o IDH de um país, menos morte o país tem. Um fato evidente disso é o caso do Reino Unido, que têm um IDH alto, mas tem um número alto de mortes, e Vietnã, que têm um IDH baixo, porém, um número baixo de mortes.

Com esse objetivo, foi desenvolvido para o nosso trabalho, um protótipo do jogo de tabuleiro, onde você deve responder perguntas baseadas na pesquisa e avançar de acordo com as suas decisões. O próximo passo para o trabalho, é expandir a quantidade de países os quais estão sendo trabalhados para ter a maior amostragem de dados.

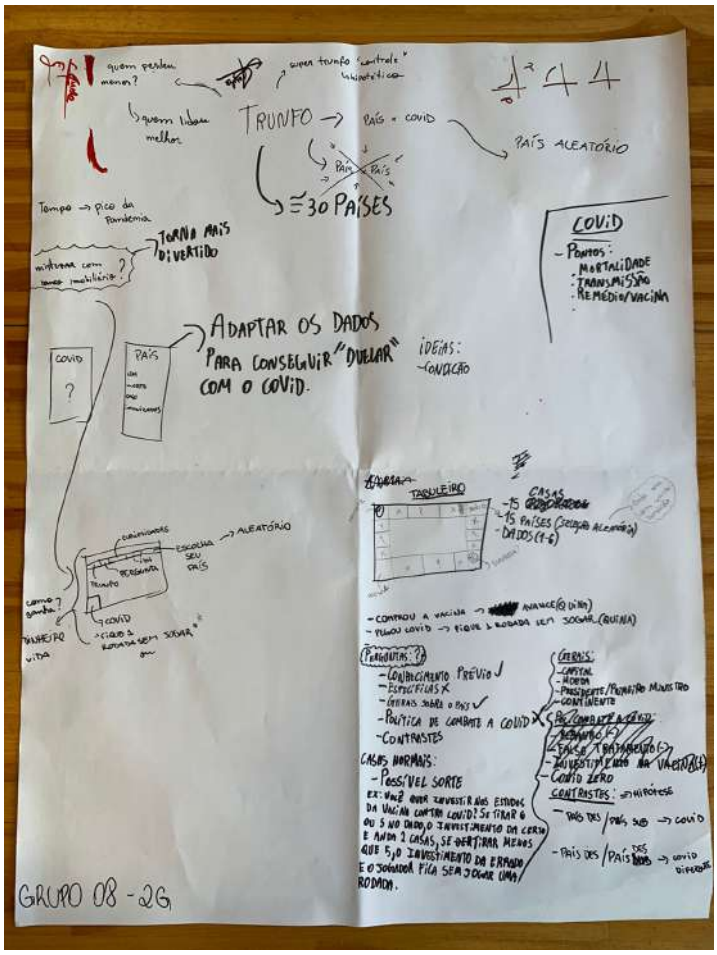


Figura 11 – Planejamento do projeto

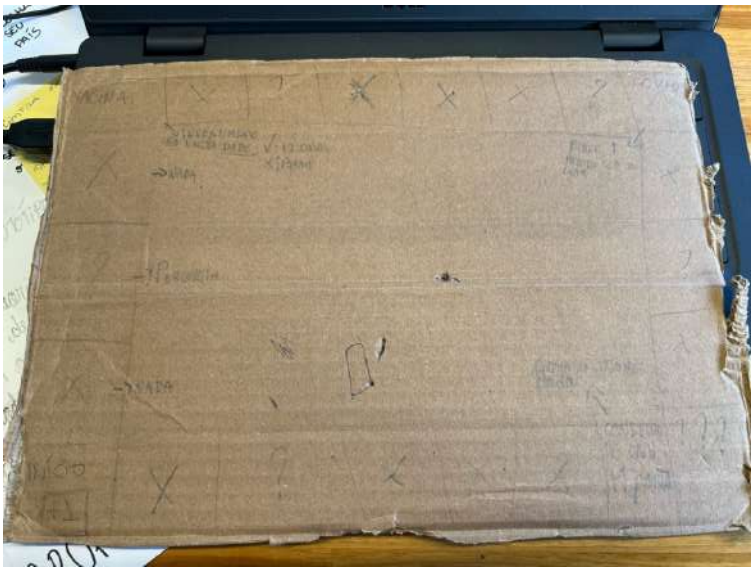


Figura 12 - Protótipo do tabuleiro

Esses resultados mostram que, diferente das hipóteses iniciais, como o trabalho feito pelo grupo não tinha uma perspectiva para o futuro, foi necessário a criação do jogo para criar novos desafios.

Durante a mudança do rumo do trabalho, o grupo teve que jogar o jogo para entender quais eram os problemas, partes positivas e dificuldades com o jogo escolhido.

Enquanto o jogo é jogado, foram notados problemas quanto o sistema de pontuação, tamanho do tabuleiro e velocidade que o jogo corria, o grupo busca corrigir os erros antes de levar a apresentação para o público. Um problema notado pelos primeiros jogadores, foi a pouca quantidade de perguntas no tabuleiro, além disso, a dinâmica de jogo tem sido um problema devido a confusão sobre onde anotar a pontuação de cada jogador. Os jogadores também sugeriram novas ideias para o tabuleiro e para as cartas.

Nos pontos positivos, os jogadores se divertiram e o jogo foi interessante, além disso, foi uma oportunidade para os participantes adquirirem conhecimento geral sobre países ao redor do mundo.

Conclusão

Ao final do projeto, após avaliar os dados, não foi encontrado a correlação entre o IDH e o número de mortes causadas pelo vírus. Portanto o foco da pesquisa, que era encontrar relação de causalidade entre os dois fatores, não foi possível. Os objetivos na sua grande maioria se mostraram inconclusivos por causa da base de dados usada que não tinha os dados necessários para tal pesquisa, devido a subjetividade de tais temas.

Referências

- ALIMOHAMADI, Y, et al. Determine the most common clinical symptoms in COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. National Library of Medicine, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7595075/>. Acesso em: mar/2022.
- BORGES, B. A magnitude do “choque Covid-19” no PIB dos países em 2020. Blog do Ibre, 2021. Diponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/magnitude-do-choque-covid-19-no-

pib-dos-paises-em-2020#:~:text=Como%20pode%20ser%20notado%2C%20na,pandemia%20apresentava%20uma%20expectativa%20de>. Acesso em: mar/2022.

- HE, X, et al. SARS-CoV-2 Omicron variant: Characteristics and prevention. Wiley Online Library, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mco2.110>. Acesso em: mar/2022.
- MÁXIMO, W. **Pandemia e crise hídrica fizeram inflação estourar meta, diz BC.** Agência Brasil, 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-01/pandemia-e-crise-hidrica-fizeram-inflacao-estourar-meta-diz-bc#:~:text=Segundo%20Campos%20Neto%2C%20a%20grande,gargalos%20na%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20produtos.>. Acesso em: mar/2022.
- MCINTOSH, D. **Impactos ambientais da COVID-19.** EcoDebate, 2022. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2022/01/07/impactos-ambientais-da-covid-19/>. Acesso em: mar/2022.
- MENEGHETTI, L. IBGE: **Desemprego durante a pandemia foi maior que o estimado.** Veja Abril, 2021. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/ibge-desemprego-durante-a-pandemia-foi-maior-que-o-estimado/>. Acesso em: mar/2022.
- MICHELON, C.M. Variantes do SARS-CoV-2: devemos nos preocupar? SBAC, 2021. Disponível em: <https://www.sbac.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Variantes-do-SARS-CoV-2-Texto-3-vers%C3%A3o-09.02-2.pdf>. Acesso em: mar/2022.
- SHIEHZADEGAN, S, et al. Analysis of the Delta Variant B.1.617.2 COVID-19. MDPI Journals, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2039-7283/11/4/93>. Acesso em: mar/2022.

Figuras

- Figura 1: Hannah Ritchie, Edouard Mathieu, Lucas Rodés-Guirao, Cameron Appel, Charlie Giattino, Esteban Ortiz-Ospina, Joe Hasell, Bobbie Macdonald, Diana Beltekian and Max Roser. **"Coronavirus Pandemic (COVID-19)".** Ourworldindata, 2022. Disponível em: <https://ourworldindata.org/coronavirus>. Acesso em: 25/03/2022.
- Figura 2: COVID-19 shook, rattled and rolled the global economy in 2020. Euractiv, 2020. Disponível em: <https://www.euractiv.com/section/economy-jobs/news/covid-19-shook-rattled-and-rolled-the-global-economy-in-2020/>. Acesso em: mar/2022.
- Figura 3: Taxa de desocupação de 10/2019 até 01/2022. IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: mar/2022.
- Figura 4: IBGE. Variação acumulada do IPCA durante o ano, de 2017 até 2021. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: mar/2022.

- Figura 5: Our World in Data. Ourworldindata, 2022. Disponível em:<https://ourworldindata.org/coronavirus>. Acesso em: 25/03/2022.
- Figura 6: Ranking IDH Global 2014. UNDP, 2022. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/idh-global-2014>. Acesso em: 25/03/2022.
- Figura 7: Mortes de COVID. Ourworldindata, 2022. Disponível em:<https://ourworldindata.org/covid-deaths>. Acesso em: 25/03/2022.
- Figura 8: Número total de mortes por 1M de habitantes. Ourworldindata, 2022. Disponível em:<https://ourworldindata.org/covid-deaths>. Acesso em: 25/03/2022.

Análise da rigidez do osso de galinha a partir da simulação de diferentes ações da gravidade

André Porta; Gabriel Amim; Júlia Kiffer; Laura Machado; Renan Oda
Professores: Carolina Zambrana; Fabrício Masutti
Colégio Bandeirantes

Resumo

Viagens espaciais têm sido consideradas como uma opção para escapar dos problemas da Terra, mas, antes disso, há importantes perguntas a serem respondidas. A atmosfera fora do planeta ainda é incerta, e é por isso que há uma necessidade de estudar como o corpo humano reage a tais condições. Com isso em mente, um interesse sobre como o osso humano reage a diversas gravidades surgiu. Trabalhando somente com gravidades maiores que a do nosso planeta, uma hipótese foi elaborada, afirmando que o osso iria aumentar a resistência com o aumento da gravidade. Para analisar esses aspectos, ossos de galinha e pesos foram usados para simular, respectivamente, o osso humano e a gravidade. Diferentes quantidades de pesos foram colocadas em cima dos ossos de coxa de frango, para representar as gravidades de distintos planetas. Os resultados foram inconclusivos, já que nenhum deles estava de acordo com a proposta inicial. Não foi identificado padrão entre as forças usadas para quebrar o osso e a quantidade de peso colocados em cima dele. Isso ocorreu, provavelmente, porque o osso não tem as mesmas características dentro e fora do corpo vivo da galinha e mesmo submetidos às mesmas condições, eram fisicamente diferentes uns dos outros.

Palavras-chave: rigidez óssea; gravidade; osso de galinha; peso.

Abstract

Interplanetary travels have been constantly considered as a way to escape Earth's problems, but first, there are important questions that have to be answered. The atmosphere outside of the planet is yet uncertain, that's why there is an utter need to study how the human body reacts to those conditions. With that in mind, an interest in

how the human bone reacts to diverse gravities was risen. Working exclusively with bigger gravities than the Earth's itself, a hypothesis was elaborated, claiming the bone would enlarge its resistance, as the gravity increased. To analyze these aspects, chicken bones and weight were used to simulate, respectively, the human bone and gravity. Different volumes of weight were placed above the chicken legs (thighs), so they would represent the various gravities planets can have. The results were inconclusive, due to the fact that none of them matched the initial proposal. There was no pattern, whatsoever, in the strength needed to break the bones, according to how much weight had been put over them. That happened, probably, because the bone does not have the same qualities in and outside of the living body and even though they were submitted to the equal conditions they are physically different from each other.

Keywords: bone rigidity; gravity; chicken bone; weight.

Introdução

A saúde humana é importante o suficiente para motivar diversos estudos científicos e foi o mesmo incentivo que inspirou os estudos realizados neste artigo. Estudar o osso, membro importantíssimo para a sustentação e nutrição do corpo humano, é um tema relevante, uma vez que podem ser submetidos a diferentes condições ambientais.

Portanto, foi pensado em relacionar esse sistema com as viagens espaciais, dado que houve o surgimento de um raciocínio na comunidade científica que propunha uma viagem a Marte, para estimular a vivência dos humanos neste planeta, uma vez que a Terra está sendo prejudicada por diversas ações humanas, como, o desmatamento exacerbado, a poluição da atmosfera, o aquecimento global, entre outras. Deste modo, estudos apontam que a osteoporose pode ser adquirida ou desenvolvida em viagens espaciais, ou seja, quando onde o corpo humano se encontra em condições atmosféricas diferentes às da Terra. Essa doença é caracterizada pela perda de massa óssea, o que faz com que os ossos fiquem mais enfraquecidos e frágeis, predispostos à fratura. A osteoporose é uma das principais enfermidades relacionadas aos ossos, que causa milhões de faturas por ano no mundo inteiro, assim ela foi o que despertou interesse em estudar como o osso reage à diferentes condições.

Os ossos são os responsáveis pela reserva de 99% do cálcio e 85% do fosfato do corpo humano. As células que os compõem e que atuam no seu metabolismo são os osteócitos, osteoclastos e osteoblastos (PEREIRA, 2021). Os osteócitos reconhecem o estímulo mecânico e transmitem-no aos osteoblastos e osteoclastos (GUSMÃO *et al*, 2009), os osteoblastos são responsáveis pela construção de matriz óssea, já os osteoclastos são responsáveis pela reabsorção óssea, ou seja, a perda de massa óssea. Esquematicamente, a estrutura dos ossos longos é vista como um cilindro com vários pequenos cilindros dentro, como mostra a figura 1. Os osteócitos se encontram nas lacunas dentro das lamelas, fibras colágenas organizadas paralelamente umas as outras. (PEREIRA, 2021).

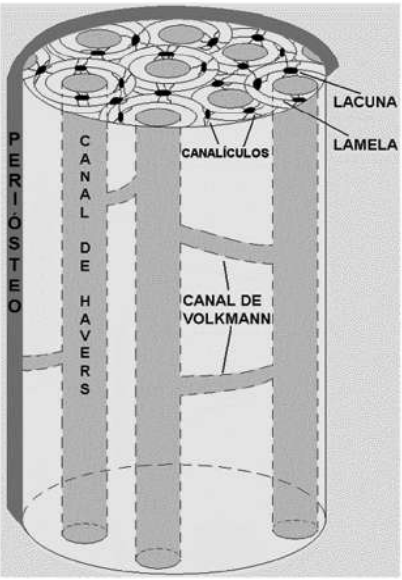


Figura 1: Anatomia do osso: camada mais externa (periósteo), canais de Havers (pequenos cilindros), canal de Volkmann e lamelas (GUSMÃO, 2009).

A massa óssea varia durante a vida de uma pessoa. O auge da sua qualidade ocorre entre os 20 e 30 anos, após isso há uma queda da composição óssea (figura 2) (PEREIRA, 2021). A manutenção dessa massa é regulada por estímulos bioquímicos e mecânicos (GUSMÃO *et al*, 2009). Em relação aos fatores bioquímicos, a perda pode ocorrer por conta da queda no nível de hormônios sexuais e de crescimento e aumento dos níveis de paratormônio (PTH), responsável pelo ajuste do cálcio, explicado pela queda de vitamina D. Já os estímulos mecânicos, como imobilização e diminuição da gravidade, provocam a redução de massa óssea, enquanto a prática de exercícios físicos pode aumentá-la, pois estimulam o tecido ósseo (PEREIRA, 2021).

Essa estrutura óssea tem a função de suportar a carga do corpo. Ela pode se adaptar às solicitações mecânicas do peso da pessoa através de atividades físicas que podem deformar todo o esqueleto. Uma deformação no tecido ósseo, provocada durante a locomoção, raramente excede 0,1%. Entretanto, existe uma diferença entre a resposta de estímulo às células e ao tecido ósseo. Para que as células respondam a um estímulo mecânico é necessária uma deformação de 10 a 100 vezes maior que para o tecido, o que geraria a fratura do mesmo. Isso é explicado pelo fato de os osteócitos estarem em um sistema que amplifica a deformação mecânica gerada pela atividade física (GUSMÃO *et al*, 2009).

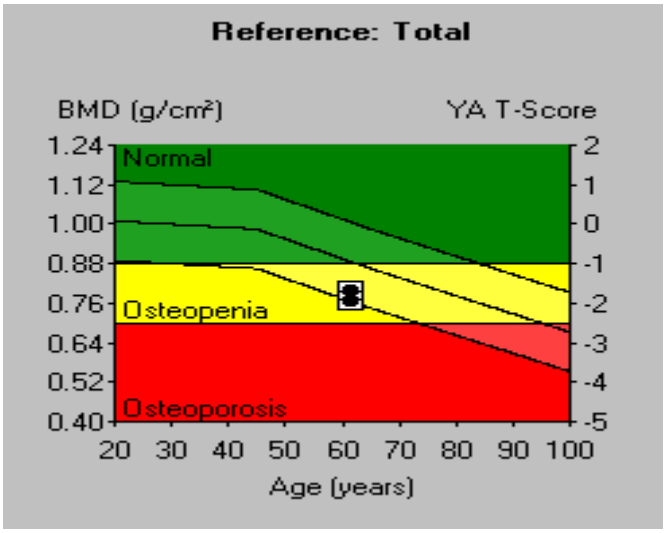


Figura 2: Gráfico de referência para um exame de densitometria que relaciona a densidade mineral óssea e a idade do paciente. Se o valor do paciente estiver no verde, a massa óssea está normal, já no amarelo indica osteopenia. A região vermelha, significa que a pessoa possui osteoporose (ALEIXO, C 2018).

O osso humano cresce e se fortalece quando está sob pressão e enfraquece quando é pouco utilizado, ou seja, os ossos se adaptam à pressão (O' CONNOR, 2010). Esse conceito é chamado de Lei de Wolff, uma lei exclusivamente teórica, que descreve a forma como o osso se adapta à carga que lhe é imposta. Assim, caso seja colocado uma maior carga sobre o osso, ele se fortalecerá, já que quando um osso é colocado sob tensão, há um trabalho por parte dos osteoblastos para reconstruí-lo e reforçá-lo. Caso não haja carga, o corpo não faz esforço para sustentar um denso esqueleto, já que o mesmo não está sendo utilizado (ALMEIDA, 2020). Seja pela gravidade zero, ou por um rígido repouso do corpo, este pode perder até 2% de densidade mineral óssea por mês, o que aumenta o risco de fratura ao voltar a ter

contato com a gravidade ou a se locomover. Isso ocorre pois não há carga sobre o esqueleto, resultando na rápida mobilização dos estoques de cálcio nele.

Uma vez que há uma descarga sobre o osso, há uma diminuição na formação óssea, juntamente com um mínimo ou nulo aumento na reabsorção de cálcio. O fato de haver uma perda maior de formação gera um balanço de cálcio negativo (Figuras 3 e 4). A imagem 3, realizada para comprovar esses dados, foi feita em uma missão espacial sobre gravidade zero, citada por Hollick em seu artigo de 1998. Já a quarta figura, representa o osso sobre repouso. Há uma liberação muito maior de cálcio na urina, o que possivelmente justifica a perda citada anteriormente. Isso leva a uma elevação da concentração do serum (veículo de textura leve de rápida absorção) de cálcio ionizado (hipercalcemia), o que gera a diminuição da produção de PTH. Portanto, é possível ocorrer um decréscimo da atividade do osteoblasto e, consequentemente, da formação do osso. Todo esse processo pode ser observado no esquema na figura 5 (HOLICK, 1998).

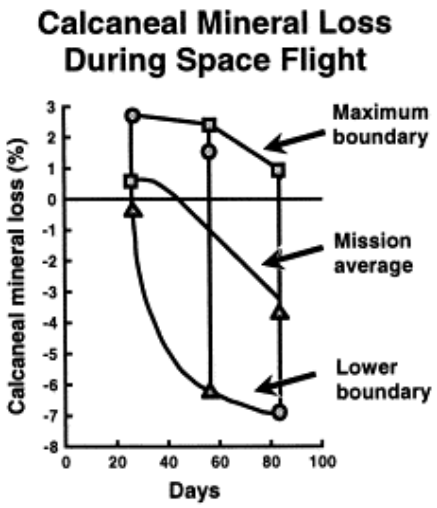


Figura 3: Perda de cálcio do osso em relação aos dias em missão espacial. Nota-se que, quanto mais dias sob gravidade zero, mais perda mineral do cálcio (HOLICK, 1998).

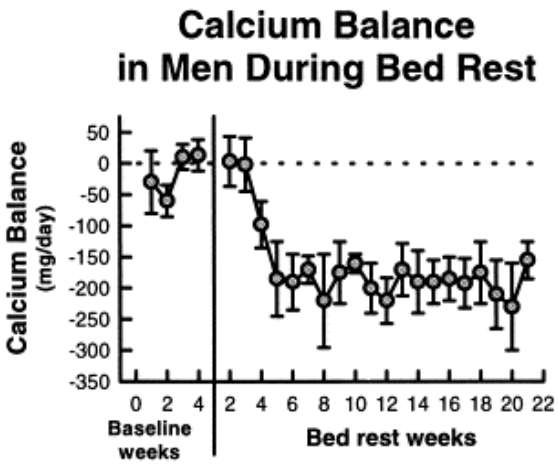


Figura 4: Perda de cálcio do osso em relação aos dias de repouso. O gráfico retrata o balanço do cálcio durante quatro semanas como ponto de partida. Ademais, mais vinte e duas semanas em estado de repouso para observar o nível de cálcio (em miligrama por dia) (HOLLICK, 1998).

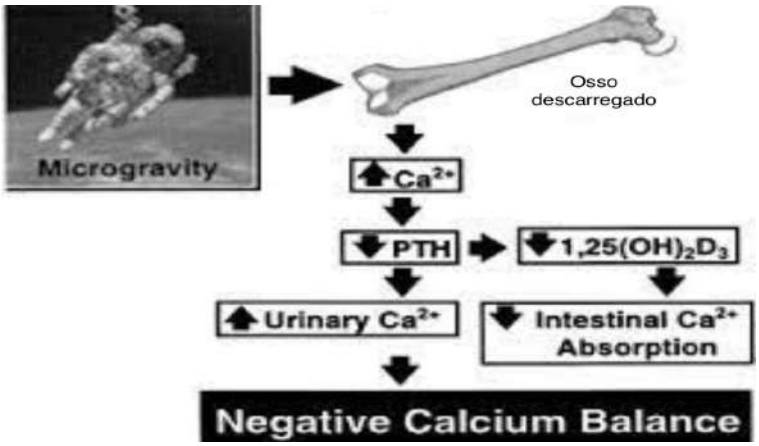


Figura 5: Sequência de eventos do metabolismo do cálcio quando não há carga sobre o esqueleto (microgravidade ou repouso) (HOLLICK, 1998).

A redução dos efeitos da descarga sobre o esqueleto pode ser feita através de exercício físico (CARVALHO, 2016). O carregamento de peso, pode aumentar a densidade mineral óssea. Assim, esportes como a ginástica e voleibol, podem ter impacto na lombar e no quadril, o que aumenta a densidade dos ossos do corpo no geral. Entretanto, a natação, ou qualquer esporte embaixo da água, não é um bom exercício físico, caso a finalidade seja a recuperação de densidade óssea, uma vez que haverá menos peso sobre esses pontos do esqueleto (figura 6) (HOLICK, 1998).

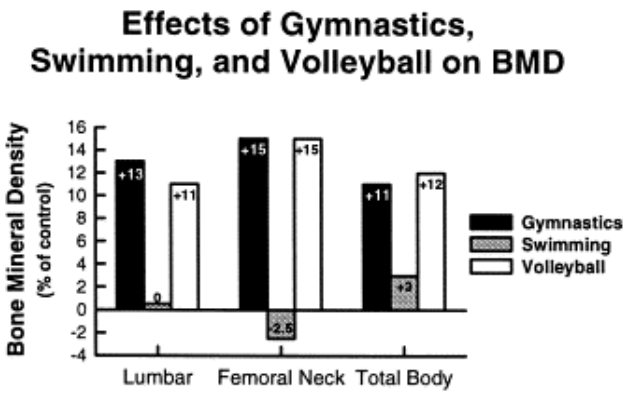


Figura 6: Gráfico que mostra os efeitos dos esportes na densidade mineral óssea (HOLLICK, 1998).

A falta de gravidade pode também provocar um crescimento maior do corpo, pois não há a ação da força que aplicaria peso sobre a espinha. Esse crescimento pode ser explicado, pois há o aumento de fluidos nos discos espinhais da coluna, assim como há baixa densidade de minerais nos ossos, o que faz com que os ossos fiquem frágeis, sintoma comum da osteoporose. Todavia, a condição é perdida após o retorno à gravidade terrestre (CARVALHO, 2016).

Essa tese foi comprovada pelo “Twins Study”, uma pesquisa realizada pela NASA em 2019, com os gêmeos idênticos Scott e Mark Kelly. Enquanto Scott permaneceu 340 dias a bordo da Estação Espacial Internacional, Mark ficou na Terra. Foram feitos exames antes e depois da missão. Várias conclusões foram alcançadas com esse estudo, como a extensão dos telômeros (extremidades dos cromossomos), redução da velocidade dos movimentos, elevação no nível de inflamação, entre outras características apresentadas apenas por Scott. Além disso, seu crescimento durante a missão foi maior que o de seu irmão gêmeo, que permaneceu em solo terrestre (FAPESP, 2018).

Assim, tendo em mente, a composição, as características e o funcionamento do osso, e como ele pode se comportar em uma diferença de pressão ou gravidade, por exemplo, propõe-se a seguinte pergunta de pesquisa: como a rigidez do osso é afetada quando submetidos a um peso?

Objetivos

Geral:

- Analisar como os fator(es) ambiental(s) (gravidade/pressão) impactam no funcionamento do corpo humano, mais especificamente, na rigidez do osso.

Específicos:

- Elaborar um sistema que represente as gravidades, nas quais o osso pode estar submetido;
- Estimar as influências de diferentes pesos nos ossos;
- Investigar como a rigidez do osso é afetada pela ação dos pesos;
- Identificar as mudanças que as diferentes gravidades geram na estrutura óssea;
- Comparar se diferentes diâmetros dos ossos e afetam sua rigidez.

Materiais e Método

No teste da rigidez do osso, foi investigado um dos diferentes fatores nos quais o osso pode estar submetido: a gravidade. Para isso, diferentes pesos foram aplicados sobre ossos de galinha, o que serviu de analogia para as gravidades nas quais um ser humano pode ser submetido e quais seriam as consequências disso. Dessa forma, é esperado que haja uma alteração na constituição, que o tornaria menos ou mais rígido de acordo com a massa que esteja sobre ele.

Segundo os estudos de Guerrino et.al (1996), que diziam que os ossos de ratos ficaram mais resistes ao submetê-los a exercícios físicos com carga, foi estabelecido a hipótese de que os ossos que ficaram com menos peso sobre eles durante o prazo rompam com maior facilidade, ou seja, quando for aplicado peso extra, com o intuito de rompimento, será necessário menos peso para que o osso quebre.

Assim, oito ossos foram utilizados para o experimento, de forma que foram organizados em quatro níveis com dois ossos em cada um. Os níveis foram: controle, ou seja, ossos não submetidos a massa alguma; ossos sujeitos a 250g de peso; a 500g e a 750g. Esses pesos estavam subdivididos em pedras e pesos de chumbo, sendo que somados foram utilizados 4,5 kg divididos entre os seis ossos que foram submetidos aos pesos, excluindo o grupo controle, no qual não houve peso algum.

Os ossos passaram por um processo de medição de diâmetro, por meio de um paquímetro, comprimento e massa (dados mostrados na tabela 1) e depois, foram posicionados nos suportes. Estes foram compostos por um suporte universal e duas garras, uma menor, para manter o osso em uma posição vertical, e uma maior, para o manter o copo com peso em cima do osso de forma segura (imagem 7).

Tabela 1: tabela criada para apresentar ordenadamente os dados de todos os ossos antes do início do experimento.

TABELA DADOS PREPARATÓRIO PARA EXPERIMENTO

	Comprimento	Massa	Diametro
osso coxa-250g	11 cm	11,5g	11mm
osso sobrecoxa-250g	7,5cm	9,3g	10mm
osso coxa-500g	11cm	14,5g	9mm
osso sobrecoxa-500g	7,5cm	9,1g	10mm
osso coxa-750g	10cm	18,6g	12mm
osso sobrecoxa-750g	7cm	9,6g	11mm
grupo controle-coxa	10,8cm	20g	10mm
grupo controle-sobrecoxa	7,6cm	14,4g	13mm

Figura 7: Foto do suporte, com o osso posicionado. A primeira garra, a menor, mantém o osso posicionado verticalmente e a segunda, à maior, será utilizada para segurar o copo com pesos.

Foi feita a limpeza e fervura dos ossos para que não restasse nenhum resíduo de carne. Os mesmos foram colocados sobre o sistema juntamente com suas respectivas massas, previamente separadas (imagem 8). Estes foram deixados nessas condições por aproximadamente dois meses, para que depois fossem rompidos.

Figura 8: Oito ossos, 7 distintos pesos em cima, os três primeiros (direita para esquerda) 500g, outros dois 250g e os dois últimos com massa 750g e um apenas é o grupo controle sem peso nenhum (último da esquerda para direita).

Uma vez tendo quebrado os ossos foi iniciada uma segunda e terceira fase de experimentação. A segunda fase consistia em uma nova leva de ossos, seis ossos, sendo dois deles submetidos a 250g, outros dois a 750g e os dois últimos, o grupo controle, ou seja, sem nenhuma massa. Esses ossos ficaram expostos por três semanas nos mesmos sistemas dos ossos da primeira fase. A imagem 9 mostra como foi executada a parte de exposição da segunda fase do experimento.

Figura 9: Posicionamento dos ossos na segunda fase experimental, sendo, da esquerda para a direita os dois ossos de 250g, 750g e grupo controle.

A terceira fase, por fim, consistia em uma outra leva com mais cinco ossos de diferentes diâmetros. Os mesmos não foram submetidos a nenhuma massa. O objetivo dessa etapa foi, não mais testar a ação da gravidade, mas sim uma possível interferência do diâmetro de cada osso em sua rigidez. Além do diâmetro, também foram coletados os dados de massa e comprimento de cada osso.

Esses dois grupos de ossos tiveram sua rigidez testada da mesma forma que o da primeira fase.

Materiais:

19 ossos de galinha iguais (de coxa e de sobrecoxa)

11 suportes universais

14 garras

1 Balança

4,5 kg Pesos de chumbo e de pedra ao total

1 Paquímetro

1 Fita métrica

1 dinamômetro .

Resultados e Discussão

Testes preliminares:

Após o início do experimento, em que pesos distintos de pedra e/ou chumbo foram colocados em cima de ossos de sobrecoxa e coxa, foi iniciado o processo de quebra dos ossos. No entanto, foi observado que ao realizar um teste adicionando 1,8 kg sobre dois determinados ossos (sobrecoxa e coxa) para testar sua resistência, essa massa não foi suficiente para quebrá-los.

Após o mês de férias escolares, levando em consideração os resultados desse primeiro teste, a possibilidade de aplicar sobrepeso sobre o osso foi descartada. Assim, foi pendurado um balde com pequenas pedras no osso, por meio de um arame, tornando possível aplicar mais peso do que com o peso apoiado em cima do osso. Com esse método, mostrado na imagem 10, foi possível alcançar até 7 quilos de massa, porém ainda insuficiente para quebrá-lo.

Figura 10: balde com 7 quilos pendurado no osso, apoiado sobre as mesas.

Além disso, houve um contratempo com o único osso de grupo controle existente. O balde foi puxado para baixo com a força humana, e uma vez que não foi utilizado nenhum instrumento para medi-la, não foi possível anotar a quantidade de massa necessária para quebrá-lo. Assim, tornou-se necessário o recomeço dos testes desse nível (grupo controle), posicionando dois novos ossos da mesma forma que os anteriores. Posteriormente ocorreu a quebra e a comparação com os demais.

Resultados dos testes oficiais:

Após os resultados dos pré-testes, estipulou-se que não haveria massa física o suficiente que quebraria os ossos. Dessa forma, resolveu-se que seria utilizado a força humana. Para isso foi usado o dinamômetro, instrumento de medição que funciona com base na deformação que uma mola sofre em razão da ação da força aplicada sobre o aparelho. No caso, o osso foi posicionado na parte superior e apoiado sobre as extremidades de duas mesas que formavam um vão, no qual foi possível colocar o dinamômetro (esquema representado pela imagem 11). A parte inferior foi puxada para que fosse exercida força no osso, até que o mesmo se rompesse.

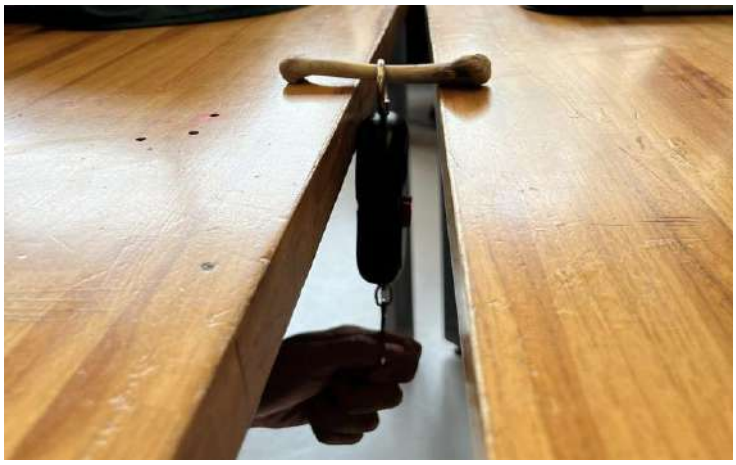


Figura 11: Osso posicionado entre as mesas e dinamômetro pendurado e posicionado para ser puxado.

Os testes foram iniciados começando pelos ossos que ficaram submetidos a 250 gramas, seguido pelos de 500 e os de 750.

Os dados obtidos após a exposição, assim como os dados da quebra, foram coletados e distribuídos ordenadamente na tabela na tabela 2.

Tabela 2: dados obtidos no final da primeira etapa do experimento.

TABELA DADOS OBTIDOS APÓS O EXPERIMENTO

	Comprimento	Massa	Massa necessária para quebra
osso coxa-250g	10,7cm	10,7g	42,89kg
osso sobrecoxa-250g	7,1cm	5,1g	25,72kg
osso coxa-500g	10,5cm	8,2g	38,45kg
osso sobrecoxa-500g	7,9cm	5,6g	17,15kg
osso coxa-750g	11cm	10,4g	-
osso sobrecoxa-750g	7,3cm	5g	25kg
grupo controle-coxa	10,8cm	20g	5kg
grupo controle-sobrecoxa	7,6cm	14,4g	35,16kg

Os dados apresentados não foram suficientes para gerar uma conclusão, já que a massa necessária para a quebra dos ossos não ficou padronizada. Por exemplo, ao analisar os dados de sobrecoxa, que foram mais adequados que os de coxa, os ossos submetidos a 250 e 750 gramas apresentaram quase a mesma massa necessária para rompimento, sendo que, pela diferença de gravidade, deveriam ter quebrado com massas diferentes. Mais especificamente, segundo as hipóteses, o primeiro deveria apresentar um menor resultado que o segundo.

Devido à falha do experimento e a não formulação de uma conclusão com os poucos dados obtidos corretamente, foi decidido que duas novas etapas seriam realizadas.

Primeiramente, uma segunda versão do experimento já realizado foi feita levando em consideração os imprevistos ocorridos, como por exemplo: a apuração correta e padronizada das medidas de cada osso (peso, comprimento, diâmetro); a exposição dos ossos durante a mesma quantidades de tempo; e principalmente, o aumento de ossos por nível (dois, no caso). Para isso, foi reduzido o número de níveis de quatro para três, excluindo o terceiro nível, de 500g. Essa alteração foi realizada, devido à falta de precisão dos resultados, por não haver mais de um osso por nível. Assim, alguns dados coletados foram muito fora da curva com a qual se estava trabalhando e, pela falta de comparação, o motivo não pôde ser reconhecido. Aumentando o número de ossos por nível, esperava-se que fosse possível saber quando os dados estão na curva ou são uma exceção, excluir os dados mais extremos e analisar apenas os dados que fazem sentido.

Portanto, após realizar o último experimento com todas as alterações que foram pensados que iriam fazer com que os resultados fossem diferentes, a conclusão foi a mesma. Foi observado que todos os dados recolhidos eram inconclusivos, fazendo com que a hipótese formulada fosse refutada, já que os ossos foram quebrados com distintos pesos sem relação alguma. Como é mostrado na tabela 3.

Tabela 3: Resultados do segundo experimento após reformulação do processo.

DADOS/RESULTADOS					
	comprimento	diametro	massa	massa após exposição	massa usada na quebra
osso 250g	9,5cm	10mm	13,2g	7,8g	13,81kg
osso 2 250g	9,6cm	11mm	15,1g	8,1g	25,6kg
osso 750g	9,5vm	10mm	13,1g	7,6g	17,8kg
osso 2 750g	9,9cm	10mm	12,1g	7,2g	1,4kg
osso 0g	9,7cm	7mm	9,9g	7,6g	10,58kg
osso 2 0g	9,3cm	9mm	11g	6,2g	17,51kg

Em seguida, a terceira etapa foi realizada, buscando identificar alguma influência dos aspectos físicos na rigidez. Nela não foi mais posicionado peso sobre os ossos, apenas ficando expostos por 5 dias, para que mudassem de textura, já que após a lavagem e fervura eles ficam úmidos e, após a exposição, secam.

Assim, os ossos foram quebrados da mesma forma que os primeiros: posicionados entre as mesas, colocando-os na parte superior do dinamômetro e puxando a inferior.

Tabela 4: tabela com os dados da terceira etapa do experimento, após a quebra.

OSSOS- DIAMETRO					
	comprimento	diametro	massa	massa após 5 dias	massa necessária para quebra
osso coxa	9,2cm	8mm	10g	6,2g	17,52kg
osso coxa 2	9,5cm	6mm	8,4g	4,8g	0,235kg
osso coxa 3	8,8cm	9mm	11,1g	6,4g	15,55kg
osso coxa 4	9,5cm	10mm	12,4g	7,3g	6,005kg
osso coxa 5	8,5cm	7mm	7,5g	4g	2,37kg

Ao analisar a variação do diâmetro, era esperado que os ossos de menor diâmetro precisassem de menos quilos para quebrar, mas os ossos de 8 e 9 milímetros de diâmetro apresentaram maior necessidade de massa para romper, do que o osso de 10mm, refutando a hipótese.

Vendo a falha da análise dos diâmetros, foi visto se havia alguma relação com massa ou até mesmo comprimento, mas nenhum resultado foi obtido.

Conclusão

Após a análise de todo o processo, desde as pesquisas até os resultados dos experimentos, era esperado que houvesse uma diferença significativa de rigidez conforme a variação dos níveis, entretanto não foi notado um padrão dos resultados que provasse isso. Ao invés dos ossos apresentarem uma gradação, de modo que os ossos ficassem mais rígidos conforme aumentasse o peso aplicado sobre eles, nada pôde ser concluído, pois cada osso apresentou um comportamento próprio, sem que pudesse ser avaliado alguma interferência dos pesos em sua resistência.

Portanto, o experimento não está de acordo com as outras pesquisas realizadas sobre o mesmo tema, como a pesquisa de Guerrino, et.al (1996), uma vez que nela foi conseguido comprovar a hipótese inicial do experimento, ao colocar ratos para fazerem atividade física com carga. Isso foi provavelmente devido ao fato de que no experimento realizado foi colocado peso apenas sobre o osso, diferentemente de Guerrino, que utilizou ratos, ao invés de apenas sua estrutura óssea, e fez com que realizassem exercícios físicos com pesos. Consequentemente, eles ficam mais resistentes, distinto do experimento realizado, o qual segue inconclusivo.

Mesmo quando foi testado uma possível interferência do diâmetro na facilidade ou dificuldade do osso romper, não houve conclusões. Assim como no experimento

com os pesos de 250g e 750g feitos posteriormente, já que também foram inconclusivos. Deste modo, foi formulado que condições que não são possíveis de saber podem ter influenciado em todos os resultados de nosso experimento. Por exemplo, a idade da galinha, assim como seus hábitos de vida, a quantidade de tempo que seus ossos ficaram congelados antes de ir ao supermercado, algum problema de saúde que a ave possuía, entre outros aspectos.

Referências

- ALMEIDA,R. **Lei de Wolff: Como os ossos se adaptam à carga a que estão sujeitos.** RICARDOALMEIDAOSTEOPATA. Jul, 2020. Disponível em: <https://ricardoalmeidaosteopata.pt/lei-de-wolff-os-ossos-respondem-as-cargas-sob-as-quais-estao-colocados-remodelando-se-para-se-tornarem-mais-fortes-ou-fracos-mediante-a-carga-a-que-sao-sujeitos/>.Acesso em:24/03/2022
- CARVALHO, C. **Seis Mudanças que acontecem no corpo humano após meses no espaço.** CANALTECH, mar, 2016. Disponível em: <https://canaltech.com.br/ciencia/seis-mudancas-que-acontecem-no-corpo-humano-apos-meses-no-espaco-59201/>. Acesso em:24/03/2022
- FAPESP. **Efeitos de uma longa jornada no espaço.** v.266, abr/2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/efeitos-de-uma-longa-jornada-no-espaco/>. Acesso em: 24/03/2022
- FRAJACOMO, F, T, T; FALCAI, M,J; FERNANDES, C,R; SHIMANO, A,C; GARCIA, S,B. **Adaptações biomecânicas do osso cortical de camundongos submetidos a três diferentes modalidades de exercício.** ACTA ORTOP BRAS,v.21, 2013, P.328-32. Disponível em:<http://www.scielo.br/aob>.Acesso em:01/06/2022.
- GUERINO, M. **Efeito do treinamento físico sobre a resistência óssea**. JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION UNESP, v.2, 1996, P.1.Disponível em:<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/motriz/article/view/6512>.Acesso em:01/06/2022
- GUSMÃO, C,V,B ; BELANGERO, W,D. **Como a célula óssea reconhece o estímulo mecânico.** SCIELO BRASIL, v44, São Paulo, set, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbort/a/8D45D6sCCKtcj596q5MmJKR/?lang=pt>. Acesso em: 22/03/2022
- HOLICK, M.F. **Perspective on the Impact of Weightleness on Calcium and Bone Metabolism**. SCIENCEDIRECT, v.22, 1998, p.105S-111S. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S8756328298000143>. Acesso em: 23/03/2022

- MONTEIRO, G.**O que acontece com o corpo de quem passa muito tempo no espaço?**, SUPER INTERESSANTE, 2017.Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-acontece-no-corpo-de-quem-passa-muito-tempo-no-espaco/>.Acesso em:03/06/2022.
- O'CONNOR, A. **Osso fraturado não fica mais forte após a cura.** THE NEW YORK TIMES. out, 2010. Disponível em: <https://m.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2010/10/819805-osso-fraturado-nao-fica-mais-forte-apos-a-cura.shtml> Acesso em:24/03/2022
- OLIVEIRA, M. **Análise densitométrica e biomecânica de tíbias de ratos submetidos à suspensão pela cauda e exercício físico resistido**. ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION, v.2, 2014, P.o64PG.Disponível em:<https://archhealthinvestigation.com.br/ArcHI/article/view/600>.Acesso em: 01/06/2022
- PEREIRA, C. **ResuMED de metabolismo ósseo e toda sua fisiologia!**. ESTRATÉGIA MED, out, 2021 p, Disponível em: <https://med.estrategia.com/portal/aluno-de-medicina/dicas-de-estudo/metabolismo-osseo-e-toda-sua-fisiologia/>Acesso em 22/03/2022

Referências de imagens:

- Imagem 1 - GUSMÃO, C,V,B ; BELANGERO, W,D. **Como a célula óssea reconhece o estímulo mecânico.** SCIELO BRASIL, São Paulo, set, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbort/a/8D45D6sCCKtcj596q5MmJKR/?lang=pt>. Acesso em: 22/03/2022
- Imagem 2 - ALEIXO C, **Exame Completo para envio de Densitometria Óssea Adulto.** p,8, 2018. Disponível em <https://docplayer.com.br/71272418-Exame-completo-para-envio-de-densitometria-ossea-adulto.html>. Acesso em: 25/03/2022
- Imagens 3, 4, 5, 6 - HOLICK, M.F. **Perspective on the Impact of Weightleness on Calcium and Bone Metabolism.** SCIENCEDIRECT, v.22, 1998, p.105S-111S. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S8756328298000143>. Acesso em: 23/03/2022.

A Influência da Variação de Temperatura e Impermeabilidade na resistência dos Tecidos

Lila Sotnik, Sofia Cipele

Professora orientadora: Carolina Zambrana

Colégio Bandeirantes

Resumo

O avanço da exploração espacial e das expedições humanas fora da Terra, resultou no surgimento da necessidade de roupas confortáveis e adaptadas a tais condições. Ao estudar as propriedades dos tecidos e as condições extraterrestres, cinco dos tecidos mais utilizados disponíveis no mercado foram escolhidos para passar por testes de calor, frio e impermeabilidade. Com as escolhas feitas, foram tomadas as medidas da variação de temperatura da água, que foi armazenada dentro de um saco plástico e amarrada dentro dos tecidos, e a capacidade de retenção de água dos tecidos. Com a análise dos resultados, aqueles que obtiveram um desempenho mais satisfatório foram combinados e submetidos novamente aos mesmos testes de calor, frio e impermeabilidade. Após concluir todos os procedimentos, os objetivos foram atendidos, pois a variação de temperatura da combinação foi menor que a dos testes que foram realizados nos tecidos separadamente, a camada externa impediu a passagem de água para as demais camadas e a peça é confortável para o uso.

Palavras-chave: Tecidos; Roupas; Exploração Espacial; Impermeabilidade; Temperaturas Extremas.

Abstract

The advancement of space exploration and human expeditions outside Earth has resulted in the emergence of the need for comfortable clothing adapted to such conditions. By studying the properties of fabrics and extraterrestrial conditions, five of the most used fabrics available on the market were chosen to undergo heat, cold and impermeability tests. With the choices made, measurements were taken of the temperature variation of the water, which was stored inside a plastic bag and tied inside

the fabrics, and the water retention capacity of the fabrics. With the analysis of the results, those that had a more satisfactory performance were combined and submitted again to the same heat, cold and impermeability tests. After completing all the procedures, the objectives were met, as the temperature variation of the combination was lower than that of the tests that were carried out on the fabrics separately, the outer layer prevented the passage of water to the other layers and the piece is comfortable for the use.

Keywords: Fabric; Clothes; Space Exploration; Impermeability; Extreme Temperatures.

Introdução

A história da moda começou há muitos séculos, no final da Idade Média, e vêm acompanhando movimentos sociais, culturais, econômicos e políticos.

Há indícios de que peças de couro sejam costuradas desde 40000 a.C. e que o tear foi inventado há cerca de 9000 a.C. Porém, o conceito de “moda” só passou a ser utilizado no fim da Idade Média, com a Renascença, quando houve grande desenvolvimento tecnológico, diminuição do poder do clero e a criação do conceito de individualismo. Quando o ser humano passou a utilizar as vestimentas como forma de expressar suas ideologias e posição social (POLLINI, 2007).

As roupas são, além de uma necessidade básica, uma forma de demonstração de poder, demarcação de classe social e exposição de diferentes culturas ao redor do mundo.

No futuro, a moda também será utilizada em outros planetas, considerando o avanço nas explorações espaciais e a necessidade de combinar conforto, estilo e cultura.

Quando se trata de exploração espacial e uma possível ocupação de algum outro planeta, Marte é um dos principais candidatos à colonização, pois, sendo ele o planeta mais próximo da Terra, o deslocamento até lá seria o mais viável. Além disso os dias e as noites têm duração semelhante aos da Terra e, por mais que a temperatura seja mais baixa que a do nosso planeta (em média -63°C), Marte ainda tem a temperatura mais viável para a sobrevivência humana, quando comparado com outros planetas, e o uso de roupas adequadas pode ajudar nesse problema (JALIL, 2018).

Com isso em vista, é fundamental a escolha correta dos tecidos utilizados na produção de vestimentas pensando em exploração espacial.

Tecidos

São muitos os tecidos disponíveis no mercado. Um deles é o acrílico, um tecido sintético, obtido a partir do composto químico derivado de elementos encontrados no carvão, na água, no petróleo e na pedra calcária (acrilonitrila) que pode substituir a lã. Suas principais características são: maciez, pouca absorção de líquidos, leveza e é um bom isolante térmico, além de não causar alergias.

Em contrapartida, a lã é uma fibra animal resistente, produzida a partir da tosa de ovelhas, muito usada na proteção contra o frio, pois mantém a temperatura do corpo estável, especialmente a lã fria, que permite a transpiração natural e é naturalmente elástica,, possibilitando um maior conforto.

Já o linho é considerado um tecido ecológico, pois é formado, em sua maior parte, por celulose (70% de celulose com água, gordura, cinzas e outros resíduos). Caracterizado por seu conforto e durabilidade, é um tecido extremamente funcional, uma vez que apresenta secagem rápida, resistência, elasticidade e é antialérgico.

Também há o poliéster, fibra artificial derivada do petróleo, do carvão, do ar e da água, Ele possui um processo de obtenção parecido com o da poliamida, e apresenta uma baixa absorção de líquidos, mas pode ser combinado com outros tecidos para aproveitar sua resistência a choques e atenuar seus defeitos de impermeabilidade. Segundo Frings (2012, apud VIANNA; QUARESMA, 2015):

> *"As fibras sintéticas podem ser misturadas com suas próprias fibras ou com as fibras naturais. Aproveitando a melhor qualidade de cada uma delas podem fornecer tecidos com características próprias. Entretanto as fibras artificiais podem produzir também a textura das fibras naturais e obter efeitos estéticos e melhor desempenho."* (p. 7).

Por fim, o vinil é conhecido por sua impermeabilidade. Feito de malha coberta com o polímero policloreto de vinila (PVC), - o segundo polímero mais consumido no mundo, graças a sua versatilidade e resistência - ele é um tecido bastante resistente (VIANNA; QUARESMA, 2015).

As roupas precisam ter propriedades específicas, como a impermeabilidade, para permitir a sobrevivência humana fora da Terra.

Impermeabilidade

As vestimentas fazem parte do meio físico/material dos seres humanos e na maior parte do tempo está presente como uma extensão de seu corpo, interagindo com o organismo humano, de uma maneira direta, como uma segunda pele. Portanto, sob tais condições, as vestimentas podem afetar de maneira positiva ou negativa a realização de atividades físicas, influenciando a maneira que o homem se relaciona com qualquer sistema (figura 1).

Figura 1: Relação entre temperatura, umidade e conforto térmico. Condições extremas são prejudiciais ao corpo humano, enquanto condições mais amenas contribuem para seu conforto. O eixo horizontal indica a umidade relativa em porcentagem enquanto o vertical indica a temperatura do ar (em °C).

Além disso, as roupas são como isolantes térmicos, uma vez que reduzem as trocas de calor entre a superfície da pele e o meio ambiente. Essa redução está diretamente ligada a características como a porosidade (capacidade de absorver umidade), as dimensões e a espessura do tecido. Por exemplo, roupas para neve devem ser mais espessas, seus poros devem ser bem fechados, e os tecidos, bem resistentes (OLIVEIRA, 2016). Segundo Guedes (2013), em seu artigo sobre “A Criação de uma Marca Infantil de Impermeáveis”:

> *“A impermeabilização fez-se por meio da colocação do tecido na máquina de revestimentos, em que se começou por estabilizar o tecido e em seguida se procedeu ao coating de poliuretano. Através da passagem da racla do poliuretano sobre o tecido obteve-se a camada impermeável, contudo foi necessária a passagem do couting pela secadoura, primeiro a 115ºC e depois a 150ºC para desta forma o couting secar e se fixar ao tecido finalizando, assim, o processo de impermeabilização.”* (p 8)

Além da impermeabilidade, é essencial ser levado em conta a proteção contra a radiação.

Radiação

A radiação solar possui diversos benefícios para o corpo humano: aquecimento, bem estar e síntese de vitamina D, por exemplo. Entretanto, sua componente ultravioleta pode causar efeitos negativos no organismo humano, principalmente na pele, podendo ocasionar o aparecimento de lesões, depressão imunológica, fotoenvelhecimento, câncer, entre outros malefícios. Quanto maior a exposição à radiação ultravioleta, maiores os danos aos indivíduos (OKUNO; VILELA, 2005).

A radiação ultravioleta faz parte do espectro eletromagnético, tem comprimento de onda entre 100 e 400 nm e pode ser dividida entre radiação UVA, UVB e UVC, de acordo com seus comprimentos de onda. A radiação UVC é quase que completamente absorvida pela camada de ozônio, já as outras duas podem passar por ela, e serem absorvidas pela pele (ARAUJO; SOUZA, 2008).

No planeta Terra, há menos risco de problemas, uma vez que a camada de ozônio é espessa. Já no espaço, pode-se encontrar atmosferas muito rarefeitas e pode não existir uma camada de proteção significativa e, consequentemente, a exposição do corpo humano à radiação é muito maior. Assim, a proteção da pele com produtos como protetor solar e roupas resistentes é essencial para a sobrevivência humana fora da Terra.

Normalmente, tecidos mais escuros (figura 2) absorvem os raios. Portanto, os tecidos mais pesados e com a trama que apresenta maior densidade, oferecem maior proteção contra o sol, mas aqueles de fibras sintéticas, como o poliéster e a poliamida, obtida a partir de produtos químicos encontrados no carvão, no petróleo, no gás e em alguns alimentos, que são resistentes, leves e confortáveis também têm eficácia no combate à radiação.

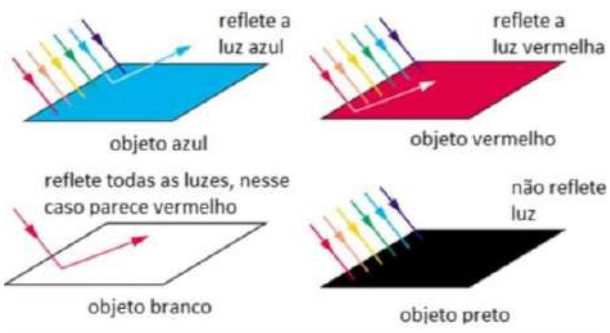


Figura 2: Reflexão da luz sobre diferentes cores. Quanto mais escura a cor, maior a absorção de luz e calor, quanto mais clara a cor, maior a reflexão dela (Fonte: URONE; HINRICHS, 2012).

Com o avanço das explorações espaciais e a possibilidade de povoar Marte, surge a necessidade de criar roupas específicas para resistir às condições do planeta, como casacos térmicos e trajes especiais para mergulho. Essas roupas devem ser isolantes térmicos, uma vez que o corpo não suporta grandes variações de temperatura, devem ser impermeáveis, para proteção contra as grandes tempestades de areia que ocorrem em Marte, e devem barrar a radiação, que é prejudicial para o organismo humano (BARTH, 1974). Dados todos esses fatores surge a pergunta, quais os tecidos mais adequados para as condições climáticas extraterrestres?

Objetivos

Objetivo Geral:

- Confeccionar uma peça de roupa que possibilite a sobrevivência em condições externas.

Objetivos Específicos:

- Comparar diferentes tipos de tecidos;
- Testar combinações das propriedades específicas de diferentes tecidos, quando em conjunto.

Materiais e Método

Primeiramente, foram escolhidos os tecidos algodão, linho, bengaline, crepe e camurça para serem observados, uma vez que esses foram os tecidos que apresentaram as características mais parecidas às peças estudadas, e se mostraram os mais fáceis de serem adquiridos. Os tecidos foram submetidos a testes de resistência, com a exposição do tecido a altas (figura 3) e baixas (figuras 4 e 5) temperaturas, colocando os tecidos com um saco com água no interior da manta

térmica a 50°C e gelo, e impermeabilidade, ao prender o tecido com um elástico de borracha na boca de um béquer e pingar água no tecido com uma pipeta de plástico. Em seguida foram analisados os tecidos que apresentaram melhor performance e eles foram combinados entre si.

Nas misturas, foram utilizados os conhecimentos adquiridos nos estudos das fibras, para atender as exigências de textura, cor, resistência, conforto, durabilidade, para atingir o melhor desempenho das fibras.

Com a combinação feita, ela foi submetida aos mesmos testes (temperatura e impermeabilidade) para garantir que foi escolhida a melhor fusão de tecidos. Em seguida, foi confeccionado um protótipo (luva) com o arranjo de tecidos determinado.

Figura 3: Teste do bengaline na manta térmica.

Figuras 4 e 5: Bengaline no teste de baixa temperatura. Foi adicionado gelo no exterior do tecido, que envolvia o plástico com água, e o termômetro foi colocado dentro da água, para medir a diminuição da temperatura.

Resultados e Discussão

Considerando a hipótese de que os tecidos resistiriam à exposição a altas temperaturas, alguns tecidos (figura 6) passaram no teste de calor e outros não. O crepe obteve o pior resultado no teste de alta temperatura, devido a sua fina espessura; entretanto, poderia ser bem utilizado para fins estéticos. Ao colocar o tecido na manta térmica, inicialmente a 50°C, com água dentro de um saco plástico em temperatura ambiente (aproximadamente 22°C) em seu interior, o tecido derreteu no local em que esteve em contato com a manta térmica, como mostrado na figura 6. A camurça obteve um resultado parecido, em que o tecido derreteu (figura 7) e, consequentemente, a água teve um aumento de temperatura expressivo.

Figura 6: crepe após o teste de alta temperatura.

Figura 7: camurça após o teste de alta temperatura, derretido onde entrou em contato com a manta térmica.

O linho também não obteve bons resultados, pois a variação da temperatura da água foi a maior dentre os tecidos - algodão, linho, camurça, bengaline, crepe -, desconsiderando a camurça e o crepe que, por mais que tenha obtido grande variação de temperatura, não pôde ter seu experimento concluído por questões de segurança,

já que o tecido derreteu. Entretanto, fisicamente, o linho permaneceu igual antes e depois do experimento.

Já em relação ao bengaline e ao algodão, os resultados parecem promissores, uma vez que a variação da temperatura da água foi pequena e os tecidos permaneceram intactos em ambos os casos.

Figura 8: Respectivamente, da esquerda para a direita: linho, bengaline e algodão após o teste de temperatura.

Já nos testes de baixas temperaturas, os resultados foram diferentes. Colocando água em temperatura ambiente (aproximadamente 22°C) envolta por um saco plástico, dentro dos tecidos, os que tiveram as menores variações de temperatura foram o linho e o bengaline, ambos com variação de, aproximadamente, 12°C após cinco minutos expostos ao gelo.

No caso do algodão, crepe e camurça, a variação da temperatura foi maior, em torno de 18°C, e portanto, não parecem promissores no quesito das baixas temperaturas.

Por fim, no teste de impermeabilidade, em que os tecidos foram presos na borda de um béquer por um elástico de borracha, e gotas de água foram pingadas em sua superfície por uma pipeta de plástico, os tecidos que tiveram os melhores resultados foram o linho e o algodão que, só após muitas gotas de água serem pingadas, deixaram a água passar e molharam o papel que estava por baixo. Esses tecidos não absorveram as gotas, que foram se acumulando na parte de cima, diferentemente do que aconteceu com os outros tecidos (figuras 9 e 10).

Figuras 9 e 10: linho e algodão, respectivamente, no teste de impermeabilidade, após serem pingadas 50 gotas. Observa-se que em ambos os casos a água não passou pelo tecido, mas o algodão absorveu um pouco mais de água do que o linho.

Depois desses tecidos, o que obteve o melhor resultado foi a camurça, (figura 11) seguida do bengaline. Ambos precisaram de muita água até o papel ficar molhado, mas eles absorveram muita água. Já o crepe teve o pior resultado, já que o tecido absorveu a água e ela passou rapidamente (figura 12)

Figuras 11 e 12: camurça e crepe, respectivamente, após o teste de impermeabilidade. Nos dois casos, a água foi absorvida completamente, e molhou o papel que estava no interior do béquer.

Após os testes individuais terem sido realizados, foram analisados os resultados (tabela 1) para decidir a melhor combinação de tecidos adequada às condições propostas. Considerando os testes de temperatura, o tecido escolhido foi o bengaline, o único dentre os tecidos que obteve bons resultados em ambos os testes de alta e baixa temperatura. Já no teste de impermeabilidade, o tecido escolhido foi o linho, já que não absorveu a água. Por fim, foi adicionada uma camada de algodão, o tecido mais macio, para tornar a peça mais confortável.

TECIDOS	CALOR	FRIO	IMPERMEABILIDADE
Bengaline	🟢	🟢	🟡
Crepe	🔴	🔴	🔴
Camurça	🔴	🔴	🟡
Algodão	🟢	🔴	🟢
Linho	🔴	🟢	🟢
🟢	Resultado bom		
🟡	Resultado mediano		
🔴	Resultado ruim		

Tabela 1: Análise dos resultados de acordo com o desempenho nos testes. Nos testes de temperatura foram considerados bons os tecidos com uma variação de temperatura menor que 5°C em dois minutos, e no de impermeabilidade foram considerados bons os que não passaram água após as 50 gotas e não absorveram a água.

Ao realizar o teste de altas temperaturas, a variação foi de 5°C, o que configura um bom resultado pelos padrões pré-estabelecidos (resultado bom equivale a uma variação menor ou igual a 5°C) (figura 13).

Figura 13: combinação de tecidos passando pelo teste de altas temperaturas, em que obteve variação de 5°C.

Já no teste de baixas temperaturas, a variação de temperatura também foi pequena, apenas 3,8°C, o que mostra que a combinação foi efetiva no combate ao frio (figura 14).

Figura 14: combinação de tecidos passando pelo teste de baixas temperaturas, em que obteve variação de 3,8°C.

Por fim, no teste de impermeabilidade (figura 15 e 16), os tecidos combinados também obtiveram sucesso, já que a camada externa de linho impediu a passagem da água e manteve as camadas internas secas (figura 17).

Figura 15 e 16: combinação de tecidos passando pelo teste de impermeabilidade, em que obteve um bom resultado, já que o linho não absorveu a água.

Figura 17: tecidos após o teste de impermeabilidade. Observa-se que a camada interna de algodão permaneceu seca.

Conclusão

Considera-se, portanto, que o experimento teve sucesso e os objetivos foram atingidos, a níveis experimentais, uma vez que foi possível encontrar três tecidos - bengaline, linho e algodão - que se adequassem às diferentes condições propostas individualmente. Quando combinados entre si, eles resistiram a todos os testes - aquecimento, resfriamento e impermeabilidade - obtendo baixa variação de temperatura e pouca absorção de água, quando comparados aos testes individuais.

Referências

- ARAUJO, T. S.; SOUZA, S. O. **Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta.** Scientia Plena, Sergipe, vol. 4, n° 11, 2008. Disponível em: <https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/721/374>. Acesso em: 20/04/2022.
- BARTH, C. A. **The Atmosphere of Mars.** Annual Review of Earth and Planetary Sciences, San Mateo, vol. 2, 1974, p. 333-367. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ea.02.050174.002001?journalCode=earth>. Acesso em: 25/03/2022.
- GUEDES, C. C. M. **Criação de Uma Marca Infantil de Impermeáveis.** Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2013. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/1736/1/MARIANA%20GUEDES%20PROJETO%20FINAL%20%2820-10-13%29.pdf>. Acesso em: 25/03/2022.
- GOVERNO, do Estado do Ceará. **Curso Técnico em Tecelagem.** Ceará, 2012. Disponível em: <https://educacaoprofissional.seduc.ce.gov.br/images/material_didatico/textil/textil_fibras_texteis.pdf>
- JALIL, J. M. N. **El Sueño de Conquistar Marte.** Un Vistazo, 2018. Disponível em: <http://edicionimpresa.expreso.com.mx/edicion_impresa/20180611/1/2.pdf>. Acesso em: 20/04/2022.
- KUASNE, Angela**. FIBRAS TÊXTEIS.** Curso Têxtil em Malharia e Confecção 2o Módulo, Araranguá, 2008. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/8/88/Apostila_fibras.pdf>. Acesso em 28/09/2022.
- OKUNO, E; VILELA, M.A.C. **Radiação Ultravioleta: Características e Efeitos**. 1a ed. Editora Livraria da Física: São Paulo, 2005.
- OLIVEIRA, V.P.Z.T. *et al.* **Estudo de Elaboração de Solução Impregnante Para Tecidos 100% Algodão Como Proposta de Alcançar Segurança e Conforto Térmico Para EPI 'S de Aplicação de Agrotóxicos.** Blucher Design Proceedings, Belo Horizonte, v. 9, 2016. Disponível em <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/ped2016/0373.pdf>. Acesso em: 25/03/2022

- PEREIRA, Gislande De Souza. **MATERIAIS E PROCESSOS TÊXTEIS**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Santa Catarina, 2009. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/temp/0/07/20090218180450!MPTEX6.pdf>. Acesso em: 28/09/2022.
- POLLINI,Denise. **Breve História da Moda.** Editora Claridade: São Paulo, 2007.
- RODOLFO, A; MEI, L.H.I. **Mecanismos de Degradação e Estabilização Térmica do PVC.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 17, nº 3, p. 263-275, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/qwvVFBnWv9rdjTygmPPZRFx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13/04/2022.
- VIANNA, C; QUARESMA, M. **Ergonomia: Conforto Têxtil No Vestuário do Idoso.** 15o Ergo Design, Rio de Janeiro, 2015. Acesso em: 25/03/2022.
- Figura 1: https://silo.tips/download/conceito-de-conforto-termico-humano
- Figura 2: https://openstax.org/books/college-physics/pages/26-3-color-and-colorvision

Um estudo sobre a aceleração centrípeta em um sistema rotatório

Nomes: Beatriz N. Cotta, Nicole M. M. Bonfim e Sofia Kaori U. Araújo
Professoras: Fernanda Sodré e Lilian Siqueira
Colégio Bandeirantes

Resumo

É bem documentado que a falta de gravidade por longos períodos no espaço resulta em mudanças fisiopatológicas significativas em vários sistemas do corpo, o que apresenta um grande problema no retorno à Terra. Este estudo visa explorar um método que mitiga tais consequências: ambientes rotativos, que forneceriam gravidade artificial aos astronautas por meio da aceleração inercial gerada pela centrifugação. O objetivo principal foi analisar dados coletados de um protótipo que simula essa estrutura giratória. Uma centrífuga, conectada a um regulador de tensão que controla a velocidade de rotação, foi a base do protótipo. Uma mola de metal com uma pequena bola de vidro colada em sua extremidade foi utilizada para determinar experimentalmente a aceleração centrípeta através do cálculo da força elástica em cada velocidade determinada. Dois experimentos foram conduzidos: primeiramente, a extremidade livre da mola foi fixada no centro da centrífuga e em segundo lugar, na parede da plataforma. Ao aumentar gradativamente a velocidade angular, em ambos os casos, foi possível verificar sua proporcionalidade direta com a aceleração que a bola experimentou. Os resultados mostram que é possível reproduzir a aceleração gravitacional da Terra com este método, embora sejam necessárias mais pesquisas para executar funcionalmente, bem como em maior escala, um projeto tão complexo.

Palavras-chave: gravidade artificial; habitação espacial; centrifugação; microgravidade; condicionamento fisiológico).

Abstract

It is well documented that lack of gravity over long periods of time in space results in significant pathophysiologic changes in various systems of the body, which presents a major problem on return to Earth. This study aims to explore a method that mitigates such consequences: rotating environments, which would provide artificial gravity to astronauts via sustained inertial acceleration generated by centrifugation. The main objective was to analyze data collected from a prototype that simulates this gyratory structure. A centrifuge, connected to a voltage regulator that controls the speed of rotation, was the foundation for the prototype. A metal spring with a small glass ball glued to its end was used to determine experimentally the centripetal acceleration through the calculation of the elastic force at each determined speed. Two experiments were conducted: firstly, the free end of the spring was attached to the center of the centrifuge and secondly, to the wall. By gradually increasing the angular velocity, in both cases, it was possible to verify its direct proportionality to the acceleration the ball experienced. The results show that it is possible to mimic Earth's gravitational force with this method, although further research is required to execute functionally, as well as on a larger scale, such a complex project.

Keywords: artificial gravity; space habitation; centrifugation; microgravity; physiological conditioning.

Introdução

Na contemporaneidade pode-se observar uma tendência de investimento nos campos de estudo científico da exploração espacial. Considerando que o impacto ambiental da ação antropogênica cada vez mais ameaça a sobrevivência da raça humana, ocasionando desastres ecológicos, mudanças climáticas, escassez de recursos, entre outros, muitos consideram necessária a garantia da possibilidade de uma emigração interplanetária, ou mesmo sem destino, alguma maneira de abandonar o planeta de modo seguro. Os avanços na área favorecem uma possibilidade de habitação de planetas como Marte, por exemplo. Devido à sua similaridade com a Terra em fatores como a inclinação de seu eixo de rotação, temperatura, duração do dia, presença de água e presença de uma atmosfera, acredita-se que forneça um ambiente potencialmente mais favorável para os colonos da Terra em comparação a qualquer outro planeta próximo (LEVCHENKO et al., 2021).

Ainda há muito a se descobrir em relação à exploração espacial. Alguns exemplos de áreas que podem ser melhor investigadas são: biologia vegetal e microbiana para entender seu desenvolvimento diferentes ambientes, com o objetivo de determinar como as plantas podem desempenhar um papel de base biológica e o papel dos microrganismos durante missões de longa duração; pesquisa de comportamento e saúde mental para desenvolvimento de novos métodos para minimizar os transtornos psiquiátricos e sociopsicológicos advindos de missões de longa duração e melhorar a seleção, treinamento e apoio de tripulações; biologia animal e humana para entender melhor os fatores que limitam a exploração humana do espaço, melhorando a compreensão dos fundamentos biológicos mecanismos e desenvolvendo contramedidas para fatores limitantes; efeito causadores de uma série de mudanças fisiológicas e comportamentais durante missões; ciências físicas aplicadas para permitir novas capacidades de exploração e novas perspectivas sobre uma série de fenômenos físicos no espaço; identificar tecnologias que permitem missões espaciais estendidas e desenvolvimento dessas tecnologias facilitadoras; etc.

Distúrbios relacionados aos movimentos e controle postural, juntamente com os riscos de radiação, perda mineral esquelética e descondicionamento cardiovascular, são alguns dos aspectos fisiologicamente mais perigosos do voo espacial interplanetário.

O acesso às superfícies lunares e de outros planetas permitirá estudos científicos importantes, permitindo testes com gravidade reduzida, aumento de radiação, vácuo e exposição a atmosferas alternativas (BOARD, Space Studies et al., 2012).

Um dos fatores que é especialmente determinante para o bom funcionamento da fisiologia humana em viagens espaciais prolongadas é a gravidade. Há a ocorrência de mudanças estruturais nos músculos e no esqueleto e alterações neurofisiológicas nas propriedades do cérebro e da unidade motora. As forças exercem papéis muito importantes no corpo, como a carga esquelético-muscular, influenciam locomoção e orientação, cargas ou objetos que estão sendo suportados, e informações cognitivas sobre a situação ambiental (seja girando, em queda livre etc.), e os múltiplos modos de inter-relacionamento motor, feedback sensorial previsto e sinais sensoriais em adaptação controle de movimento (LACKNER & DIZIO, 2000).

Tendo isso em mente este projeto visa a realização de um estudo relacionado à dinâmica física envolvida em futuras tecnologias que tragam mais conforto e qualidade de vida aos passageiros das longas viagens espaciais futuras e a moradores de colônias em planetas com ambientes alternativos ao da Terra. Especificamente, será abordado o tópico da gravidade, sua importância para a saúde do corpo humano e os efeitos que a alteração de sua intensidade pode gerar.

Sob condições normais na Terra, a força da gravidade terrestre acelera os objetos, incluindo nós mesmos, em direção à superfície (centro) da Terra. As condições de ausência de peso do voo orbital são muitas vezes referidas como 0 g (por definição, o termo “gravidade” é específico para a aceleração gravitacional na Terra (~9,81 m/s2) e é expresso no sistema internacional de unidades como g) ou condições de microgravidade. “Hipergravidade” inclui os níveis de gravidade acima de 1 g. Um nível de gravidade inferior a 1 g pode ser chamado de “hipogravidade”, “gravidade parcial” ou “gravidade reduzida”.

A gravidade desempenha um papel importante na orientação espacial da Terra. Órgãos do ouvido interno, que são sensíveis à aceleração linear, são os órgãos sensoriais mais influenciados pelas condições de microgravidade. As forças de contato são essenciais para permitir que a locomoção ocorra. Forças hidrodinâmicas e aerodinâmicas flutuantes são as forças análogas para locomoção e orientação aquática e aérea. Os órgãos otólitos da orelha interna podem fornecer sinais dependentes de orientação somente quando há forças de contato atuando na superfície do corpo.

A ataxia, desorientação postural e distúrbios na locomoção ocorrem no retorno à Terra do voo espacial. Esses distúrbios refletem em parte adaptações sensório-motoras à ausência de peso, cuja persistência afeta os reflexos vestíbulo-oculares e vestíbulo-espinais e o controle voluntário do equilíbrio, movimento e locomoção até que ocorra a readaptação. Os distúrbios provavelmente resultam em parte de mudanças estruturais progressivas em músculos e ossos e de reorganizações do sistema nervoso central de unidades motoras. (ALLEN et al., 1996).

A noção de postura assume um significado diferente, de manutenção de uma determinada configuração corporal ou de assumir uma determinada orientação em relação à disposição espacial do veículo. Para manter uma determinada posição em relação à nave é necessário estar segurando em algo.

Nessas condições, a redistribuição do fluido corporal e o deslocamento das vísceras que ocorrem na ausência de pressão hidrostática no sistema circulatório estaria mais de acordo com estar deitado na Terra (VERNIKOS, 1996). Isso leva à ativação de mecanismos homeostáticos que diminuem o volume total de sangue circulante produzindo outras mudanças a longo prazo.

A exposição de longa duração a condições de ausência de peso tem consequências adversas graves na integridade esquelética e muscular e nos mecanismos de controle sensório-motor, apesar das várias contramedidas em voo que têm sido usadas (VERNIKOS, 1996). Mesmo com horas de exercício diário em esteiras sob carga de 1 g de corda elástica do corpo, aproximadamente 1% do conteúdo mineral ósseo é perdido a cada mês no voo orbital (HOLICK,1992). Se uma missão a Marte que pode durar 2 anos ou mais for realizada, há uma forte probabilidade de que os astronautas não consigam lidar com uma emergência na reentrada em um campo G significativo devido à incapacidade de controlar seus movimentos. A capacidade de realizar uma saída de emergência no pouso provavelmente não existiria. Mesmo com voos de curta duração, por exemplo, 2 semanas, o controle sensório-motor fica comprometido por algum período após o pouso.

Após a volta, os astronautas sentem-se anormalmente pesados e seus movimentos parecem exigir um esforço muito maior do que o normal. Alguns até têm dificuldade em mover seus membros, chão parece instável sob seus pés enquanto eles andam, percebem erroneamente seu próprio movimento, movimentos da cabeça durante caminhadas são desestabilizadores e sem um ambiente visual bem estruturado, é provável que haja perda de orientação e equilíbrio (HARM & PARKER, 1993).

Embora muitos estudos espaciais tenham demonstrado que humanos e animais, depois de algum tempo, adaptam sua função sensório-motora à microgravidade e hipergravidade, a dinâmica de readaptação ao fazer a transição de volta para o ambiente de 1 g ou para um novo nível de gravidade (por exemplo, Lua ou Marte) não é totalmente compreendido. Essa falta de conhecimento pode ser parcialmente explicada por uma barreira metodológica; devido a restrições operacionais, é difícil coletar dados sobre humanos imediatamente após a entrada em um novo ambiente gravitacional e imediatamente após a reentrada na gravidade da Terra. Consequentemente, os métodos atuais de treinamento pré-voo e reabilitação

pós voo não foram otimizados para minimizar os impactos funcionais dessas respostas adaptativas naturais durante ou para restaurar as funções sensório-motoras apropriadas ao ambiente após as transições entre gravidades (ver figura 1).

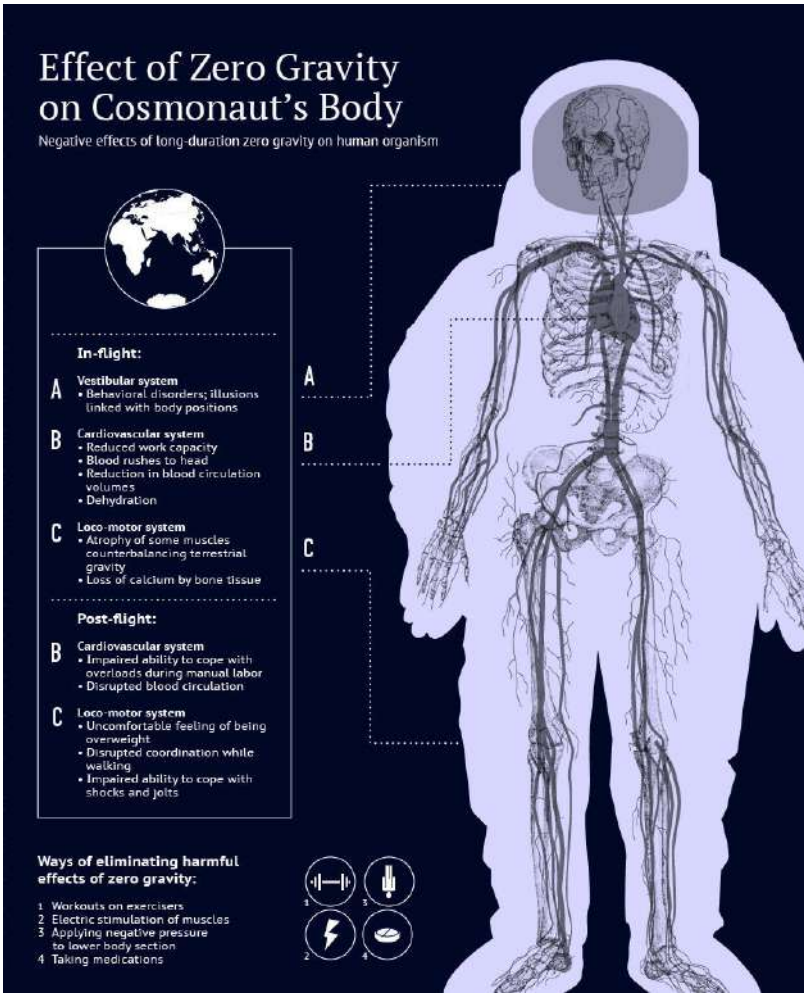


Figura 1. Efeitos da falta de gravidade durante viagens espaciais, após essas viagens e métodos utilizados para minimizar esses efeitos

Exercícios em esteiras que puxam o corpo para baixo, com pressão negativa na parte inferior do corpo, têm sido usados para ativar artificialmente os sistemas musculoesquelético e cardiovascular em microgravidade. Essas estimulações são aplicadas por períodos curtos e intermitentes, porém não todos os sistemas fisiológicos da mesma maneira que a centrifugação faria (ver figura 2). O uso de algum tipo de dispositivo de gravidade artificial com esse princípio pode fornecer uma maneira eficaz de compensar os efeitos prejudiciais da falta de gravidade (LACKNER & DIZIO, 2000).

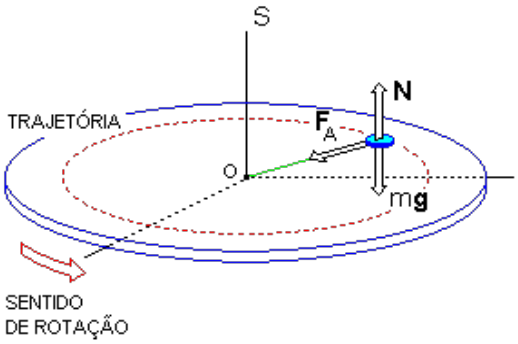


Figura 2. Representação visual da força centrífuga

Métodos possíveis

As câmaras de gravidade artificial:

Seriam compartimentos semelhantes a caixões (ver figura 3) que funcionam como centrífugas, e podem ser exploradas como forma de prevenir o descondicionamento cardiovascular e a perda óssea em voos espaciais (DIAMANDIS, 1988). Por exemplo, com rotação a 23 rpm, um gradiente de gravidade variando de 0 g no eixo de rotação a cerca de 1 g nos pés do sujeito deitado. Isso faria o coração trabalhar mais e, assim, ajudar a manter a aptidão cardiovascular. Na preservação da integridade estrutural óssea, porém, as taxas rotacionais usadas teriam que ser muito mais elevadas. Com os sinais de movimento visual ausentes, o astronauta se sentiria parado apesar de sofrer um movimento de rotação de alta velocidade. A força, contudo, faria com que ele se sentisse como se estivesse em pé. Isso pode afetar inicialmente os padrões de sono até que o astronauta se acostume a dormir “na posição vertical”.

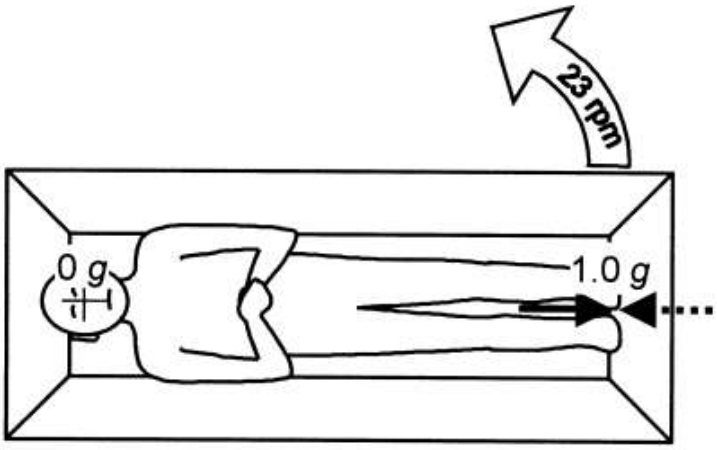


Figura 3. Representação de uma câmara de simulação da aceleração da gravidade

Não está claro qual efeito as exposições cíclicas a condições sem e com “peso” teriam no sistema circulatório e na regulação hormonal, e se após o uso a longo prazo haveria efeitos posteriores ao retorno à terra. A remodelação dos ossos dos pés, tornozelos e pernas também ocorreria com muitas horas de exposição constante “diária” às forças de contato nos pés. Tais consequências ainda não foram exploradas.

Ambientes rotativos:

Uma abordagem alternativa para a geração de gravidade artificial é girar um veículo espacial inteiro ou uma grande câmara dentro dele. Nessa circunstância, os astronautas usariam as paredes como piso para locomoção (ver figura 4).

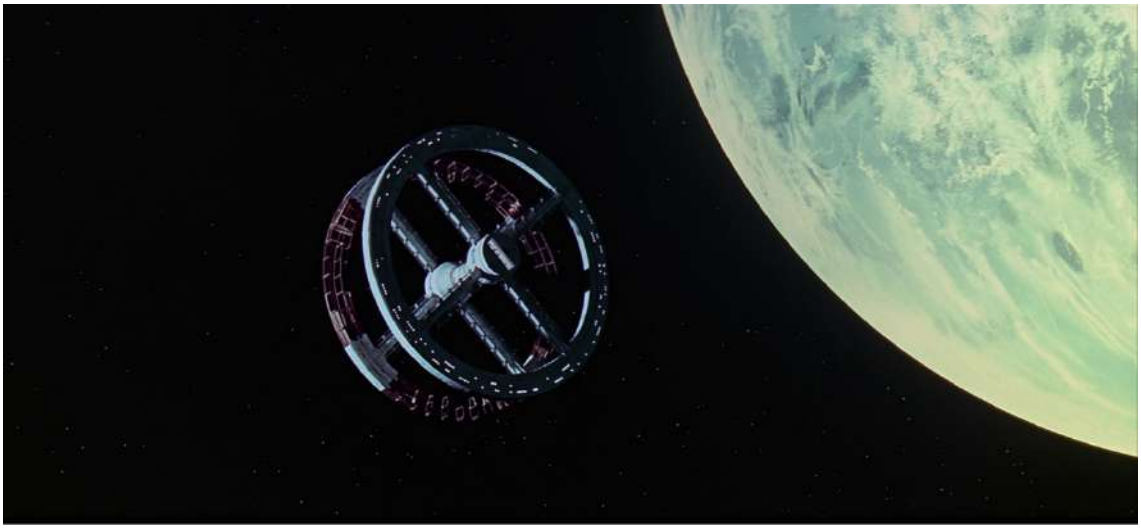


Figura 4. A imagem mostra um modelo de nave com a aplicação da força centrípeta e centrífuga que aparece no filme 2001 – Uma Odisseia no Espaço, e apesar de ser fictício, serve como exemplo.

Os dados relativos à gravidade artificial de grande raio são ainda menos disponíveis em comparação com os sistemas de raio curto mencionados anteriormente. O conceito de centrifugação de raio de escala maior já foi postulado pelo pioneiro espacial russo Konstantin Tsiolkovsky em 1903 (GOSWAMI et al., 2021). Muitos outros já trabalharam em grandes naves espaciais rotativas para a aplicação de aceleração, mas tal sistema nunca se materializou.

Embora existam desafios, do ponto de vista tecnológico, realizar uma estação rotativa em voo é viável e não precisa deveria muito mais caro do que uma nave espacial estática regular (GOSWAMI et al., 2021). No entanto, o foco atual da pesquisa é em centrífugas de raio curto. A principal razão é que tais centrífugas devem caber no diâmetro do casco das naves espaciais que estão na faixa de 3 a 4,5 m.

Uma das grandes questões sobre a adaptação dos sistemas fisiológicos à gravidade artificial gerada pela centrifugação são os níveis de velocidade angular que os humanos podem tolerar antes de ficarem tontos e terem dificuldade durante a locomoção e manipulação de objetos, e qual o nível mínimo de gravidade e duração (assim como a frequência) são necessários para mitigar o descondicionamento fisiológico da gravidade alterada e patologias relacionadas.

À medida que as agências espaciais começam a enviar humanos para explorar novamente a Lua e se preparar para uma futura viagem a Marte, os astronautas provavelmente passarão períodos muito mais longos no ambiente de microgravidade dos veículos de transporte e nos ambientes de hipogravidade de seus destinos. Compreender os impactos de exposições prolongadas a esses ambientes de gravidade alterados e examinar os efeitos em diferentes sistemas fisiológicos de maneira integrada se tornará importante para a exploração de métodos para a manutenção da saúde da tripulação e o sucesso da missão Dessa maneira, a pergunta condutora do projeto é: como pode funcionar a mecânica de um sistema de simulação da aceleração da gravidade terrestre em um ambiente de baixa gravidade?.

Objetivos

Esse projeto tem como objetivo geral elaborar um protótipo rotativo para o estudo de um método de simulação da aceleração da gravidade.

Além disso, como objetivos específicos: pesquisar métodos de utilização das forças em ambientes rotativos com o intuito de simulação da gravidade; estudar a física envolvida em sistemas rotativos; investigar a gravidade artificial a partir de um experimento utilizando uma espécie de centrífuga.

Materiais e Método

Para a construção do protótipo são necessários:

- Centrífuga
- Controle de tensão / dimer
- Plataforma circular (forma de bolo de 50 cm de diâmetro)
- Fonte de energia elétrica
- Fita isolante

Para a realização do experimento são necessários (além do protótipo):

- Folha de papel (maior do que a plataforma)
- Canetas coloridas
- Régua
- Câmera (com opção de gravação em slow motion)
- Mola
- Bola de gude
- Pesos
- Balança
- Pedaços de madeira
- Cola
- Fita crepe
- Pedaço de acrílico

Tendo em vista a seguinte hipótese: se um objeto estiver em um ambiente circular rotativo, então modificando a velocidade de rotação, é possível aproximar a força atuando sobre ele à força da aceleração da gravidade, sendo essa força diretamente proporcional à velocidade angular, foi concebido um experimento que relaciona a frequência de rotação com a força atuando em um corpo.

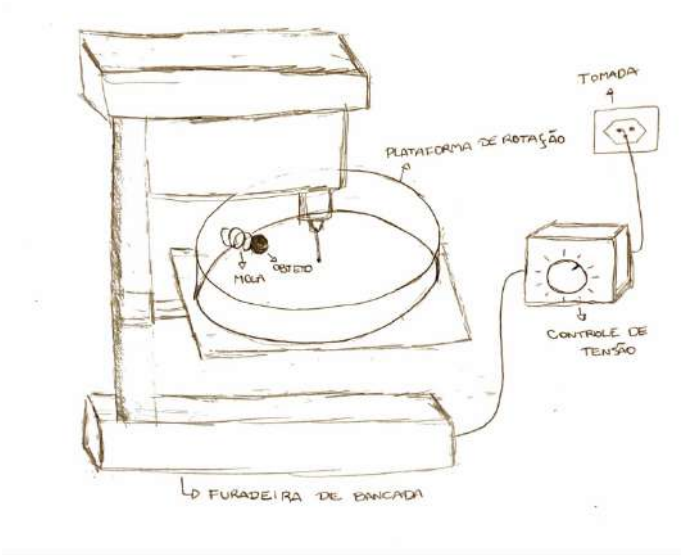


Figura 5. Planejamento inicial do protótipo (antes de qualquer mudança) e montagem do experimento

Para a realização deste projeto, foi necessário, primeiramente, montar o equipamento que será responsável pela rotação da plataforma e pelo controle da velocidade dessa rotação (ver figura 5). Ele é composto por uma centrífuga, que

realiza a rotação da plataforma, um controle de tensão, que permite o ajuste da velocidade angular e a tomada, que fornece energia para o sistema. Inicialmente, o grupo planejava a utilização de uma furadeira de bancada, no entanto a centrífuga surgiu como melhor opção. Em seguida, é acoplada nesse equipamento a plataforma (uma forma de bolo de 50 cm de diâmetro foi usada).

Então, a mola, já com a bola de gude em uma ponta, pode ser posicionada tanto com sua outra ponta presa ao centro da centrífuga quanto à parede da plataforma. Com o auxílio de uma régua e caneta, são feitas marcações na plataforma, mostrando a distância em relação ao eixo de rotação, para que a deformação da mola seja de mais fácil visualização (figura 6).

Figura 6. Plataforma com marcações para melhor visualização da deformação da mola (cada faixa mede 1 cm)

Ocorreram, então, as tentativas para cada nível de velocidade de rotação, sendo essa a variável independente. Por fim, avaliou-se a força resultante atuando no objeto em cada tentativa por meio do cálculo da aceleração centrípeta (variável dependente), que pôde ser deduzida a partir da deformação da mola (sabendo-se previamente sua constante elástica) e mais bem analisada com a utilização de uma gravação. Dessa forma, pôde-se verificar a relação entre velocidade de rotação e posição de um corpo em relação ao centro do ambiente rotativo e a aceleração sobre ele.

É importante notar que foi necessário manter algumas constantes durante a realização do experimento: o protótipo, a mola, o objeto e as marcações.

Procedimentos anteriores ao experimento

Em primeiro lugar houve a procura da mola ideal para o experimento: foi testada a constante de elasticidade pendurando um objeto (copinho de plástico com pregos) na ponta da mola e observando a variação do comprimento de cada uma (ver figura 7). Foi anotado o resultado da mola 1 (primeira mola da direita na figura 8), pois havia a intensão de utilizá-la, porém analisando os dados foi constatado que ela era muito elástica e não seria a ideal para a alta velocidade de rotação do experimento (ver tabela da mola 1). Então foi testada a constante elástica da mola 2, considerada ideal a partir dos resultados obtidos (segunda mola da direita para a esquerda na figura 8). Ela apresenta uma resistência um pouco maior (ver tabela da mola 2), o que é necessário para a observação da sua deformação quando colocada no protótipo rotatório.

Figura 7. Materiais utilizados para a medição da constante elástica das molas

Massa (g)	Comprimento da mola (cm)	Deformação (cm)
0	11,5	0
44,7	25,1	13,6
84,7	35	23,5

Tabela 1: Comprimento da mola 1 e deformação

Massa adicionada (g)	Comprimento da mola (cm)	Deformação (cm)
0	5,15	0
46,2	7,25	2,10
96,2	9	3,85

Tabela 2: Comprimento da mola 2 e deformação

Figura 8. Seleção dos materiais para o experimento: mola (segunda da direita para a esquerda) e parte de seringa que daria estabilidade à mola (na realidade, acabou não sendo utilizada, pois atrapalhava a visão para a coleta de dados)

Cálculo da constante elástica da mola

Considerando desprezível a massa das molas:

$$F_R = 0$$

$$F_{el} = P$$

$$k \cdot x = m \cdot g$$

$$k = \frac{m \cdot g}{x}$$

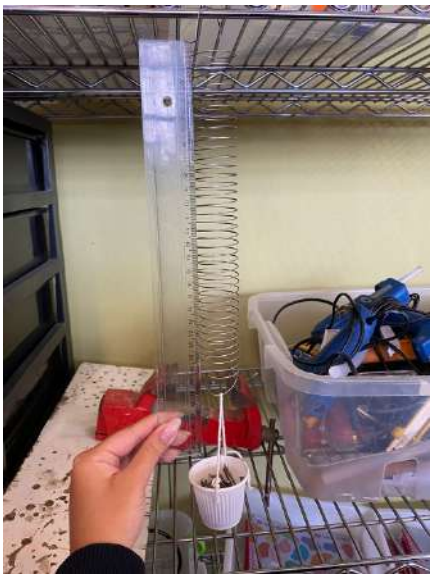


Figura 1. Medição da deformação da mola com um peso determinado

Utilizando a fórmula acima e os dados coletados:

Constante da mola 1: aproximadamente 3,4 N/m

Constante da mola 2: aproximadamente 23 N/m

Isso significa que a segunda mola é a mais resistente, por isso foi escolhida para a realização dos testes.

Montagem do protótipo

Em seguida, foi montado o protótipo para realizar o experimento. Ligou-se o dimer à centrifuga e a uma tomada nova, e a centrífuga à tomada também (ver figura 10). Assim, foi possível aumentar ou diminuir a velocidade de rotação da centrífuga.

Figura 10. Dimer, centrífuga e tomada conectados

Foi feito, com uma furadeira, um furo em uma forma de bolo de 50 centímetros de diâmetro para encaixá-la na centrífuga (ver figura 11).

Figura 11. Protótipo montado

Então, foi cortado um pedaço de cartolina, marcado com o auxílio de um compasso (barbante e dois lápis), no formato da forma para que sejam feitas

marcações que possibilitarão a observação da deformação da mola no momento de experimentação (ver figura 12).

Figura 12. Marcação da cartolina.

Resultados e Discussão

Testes iniciais

Foram realizados alguns testes iniciais. Uma mola foi colocada no centro do prato giratório, conforme a figura X, abaixo:

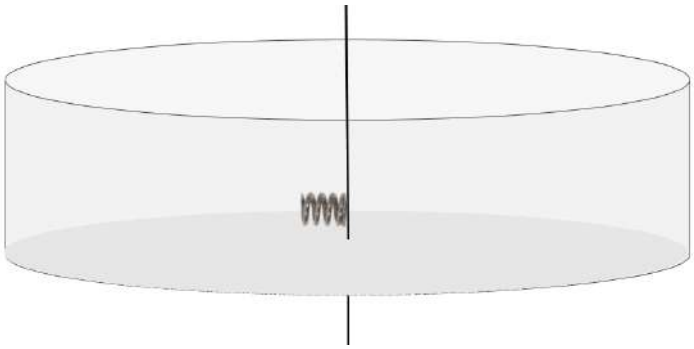


Figura 13. Representação do prato giratório e o posicionamento da mola, em seu eixo

Analisando o ponto P, na extremidade livre da mola, à medida que a velocidade angular do prato aumenta, a velocidade linear a acompanha.

Como a velocidade linear do ponto P está sendo alterada ao longo do tempo, o ponto P está acelerando, o que explica a atuação de uma força atuando na direção radial, deformando a mola para fora.

A força centrípeta se iguala, em módulo, à força elástica na mola.

Para um referencial fora do prato giratório, temos:

$$v = \omega \cdot R$$

$$F_{cp} = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$F_{cp} = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

$$F_{el} = k \cdot x$$

$$F_{el} = F_r$$

$$k \cdot x = m \cdot a$$

$$a_{cp} = \frac{k \cdot x}{m}$$

$$a_{cp} = \omega^2 \cdot R$$

Experimentos e coleta de dados

O primeiro teste feito foi prender a mola no centro do aparelho (figura 14) e medir sua deformação relacionada à velocidade angular. Para isso, com o auxílio do dimer, a velocidade foi controlada, aumentada gradualmente. Em cada velocidade diferente, a mola com a bolinha na ponta foi gravada com a câmera de um celular para que, posteriormente, o grupo pudesse determinar a velocidade e a deformação naquele momento.

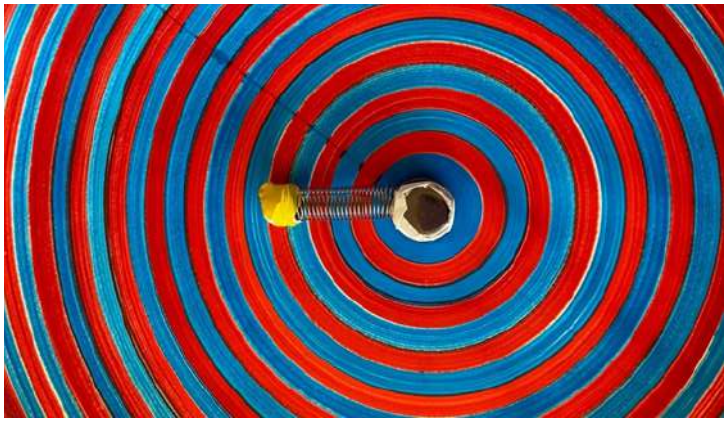


Figura 14. Mola e bolinha em repouso, sem deformação

Como não era possível controlar exatamente a velocidade durante o experimento, foi necessário determiná-la a partir do vídeo. Para isso, contou-se a quantidade de rotações em um determinado intervalo de tempo, descobrindo-se a frequência (exemplo: a certa velocidade, a mola dá 15 voltas em 3 segundos, logo sua frequência é de 5 hertz (Hz), ou rotações / oscilações por segundo). Depois, para descobrir a velocidade angular, utilizou-se a fórmula: $\omega=2\pi f$ (a velocidade angular, medida em radianos de acordo com o S.I (Sistema Internacional)., é calculada multiplicando a frequência por 2π). Também se determinou a deformação da mola com as marcações na plataforma feitas anteriormente, considerando que cada faixa possui 1 cm de largura. Os dados podem ser observados na tabela 3.

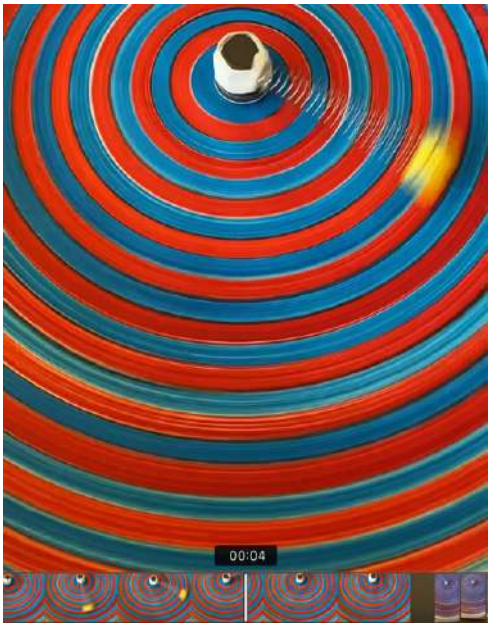


Figura 15. Frame do vídeo do primeiro teste na terceira velocidade: mola e bolinha em movimento (deformação de 4 cm)

Frequência (Hz)	Velocidade angular (rad./s)	Deformação (m)	Raio (m)
3.3	20.73	0,015	0,085
4.4	27.65	0,04	0,11
5.6	35.18	0,08	0,15
5.8	36.44	0,112	0,182
6	37.70	0,12	0,19
6.8	42.72	0,154	0,224

Tabela 3. Dados do primeiro experimento

No segundo teste, a mola com a bolinha foi colocada na perpendicularmente à parede da plataforma (ver figura 16), com o auxílio de um apoio feito de madeira e acrílico (para que a mola não entortasse).

Figura 16. Preparação para o segundo teste

Os mesmos processos de análise do teste anterior foram utilizados e os dados podem ser vistos na tabela 4.

Frequência (Hz)	Velocidade angular (rad./s)	Deformação (m)	Raio (m)
1,6	10,05	0,008	0,183
2,1	13,19	0,015	0,190
2,5	15,70	0,02	0,195
2,7	16,96	0,027	0,202
3,25	20,41	0,035	0,210
3,6	22,61	0,038	0,213

Tabela 4. Dados do segundo experimento

Figura 17. Mola deformada devido ao movimento rotatório à esquerda e em repouso na direita

Considerando que:

$$a_{cp} = \frac{k \cdot x}{m}$$

$$a_{cp} = \omega^2 \cdot R$$

Foi possível prever teoricamente a aceleração centrípeta por meio da segunda equação, comparando o resultado com a aceleração obtida experimentalmente pela primeira equação. A comparação pode ser observada nas tabelas abaixo, para o primeiro e segundo experimento, respectivamente.

Velocidade angular (rad./s)	Aceleração teórica (m/s)	Aceleração experimental (m/s)
20.73	36,53	31,36
27.65	84,10	83,64
35.18	185,64	167,27
36.44	241,67	234,18
37.70	270,05	250,91
42.72	408,80	322,00

Tabela 5. Comparação dos resultados do experimento 1

Velocidade angular (rad./s)	Aceleração teórica (m/s)	Aceleração experimental (m/s)
10,05	18,48	15,33
13,19	33,05	28,75
15,70	48,07	38,33
16,96	58,08	51,75
20,41	87,48	67,08
22,61	108,87	72,83

Tabela 6. Comparação dos resultados do experimento 2

Como pode-se constatar, a aceleração obtida na prática foi um pouco menor do que a prevista pela fórmula. Isso se deve, ao atrito da bola com a plataforma, inevitável nas condições de realização desse experimento. Esse efeito é mais significativo no segundo experimento, uma vez que a estrutura em volta da mola acrescentou ainda mais atrito.

Conclusão

Os resultados mostram que é possível determinar a aceleração sobre determinado corpo em uma estrutura análoga à do protótipo (como a de uma nave com a capacidade de simular a gravidade), a partir da velocidade de rotação e do raio, sem uma margem de erro muito grande (especialmente em uma situação com menos atrito). Esse experimento poderá futuramente ser utilizado para uma finalidade didática, contribuindo para a compreensão da mecânica do movimento circular, sendo um estudo da força centrípeta, da inércia, além da força elástica.

Referências

Texto:

- ALLEN, D. L. et al. Myonuclear number and myosin heavy chain expression in rat soleus single muscle fibers after spaceflight. **Journal of applied physiology**, v. 81, n. 1, p. 145-151, 1996. Disponível em: <https://journals.physiology.org/doi/epdf/10.1152/jappl.1996.81.1.145 >. Acesso em: 25/03/2022.
- BOARD, Space Studies et al. **Recapturing a future for space exploration: life and physical sciences research for a new era**. National Academies Press, 2012. Disponível

em: <https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/depssite/documents/webpage/deps_062339.pdf>. Acesso em: 25/03/2022.

- DIAMANDIS, Peter Harry. **The artificial gravity sleeper--a deconditioning countermeasure for long duration space habitation**. 1988. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology. Disponível em: <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/14690/18367506-MIT.pdf?sequence=2> Acesso em: 25/03/2022.
- GOSWAMI, Nandu et al. Human physiology adaptation to altered gravity environments. **Acta astronautica**, v. 189, p. 216-221, 2021. Disponível em: < https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0094576521004434?token=44C8310AA2000B8F41605FA75E27E05603D9557A8F7785493418D1EB255493710E11CB43743CE887607D04652765DAA6&originRegion=us-east-1&originCreation=20220325020617>. Acesso em: 25/03/2022.
- HARM, Oeborah L.; PARKER, Donald E. Perceived self-orientation and self-motion in microgravity, after landing and during preflight adaptation training. **Journal of Vestibular Research**, v. 3, n. 3, p. 297-305, 1993. Disponível em: <http://www.jvr-web.org/Download/Volume_03/Number_3/v03_n3_a10.pdf>. Acesso em: 25/03/2022.
- HOLICK, Michael F. Microgravity, calcium and bone metabolism: a new perspective. **Acta Astronautica**, v. 27, p. 75-81, 1992. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11537602/>. Acesso em: 25/03/2022.
- LACKNER, James R.; DIZIO, Paul. Human orientation and movement control in weightless and artificial gravity environments. Experimental brain research, v. 130, n. 1, p. 2-26, 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/James-Lackner-2/publication/12676917_Human_orientation_and_movement_control_in_weightless_and_artificial_gravity_environments/links/00b7d517a9cf39422e000000/Human-orientation-and-movement-control-in-weightless-and-artificial-gravity-environments.pdf>. Acesso em: 16/03/2022.
- LEVCHENKO, Igor et al. Mars colonization: beyond getting there. **Terraforming Mars**, p. 73-98, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/gch2.201800062>. Acesso em: 25/03/2022.
- VERNIKOS, Joan. Human physiology in space. **Bioessays**, v. 18, n. 12, p. 1029-1037, 1996. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bies.950181215>. Acesso em: 25/03/2022.

Figuras:

- Figura 1: **What Happens to Your Body in Space**. Sputnik, 2015. Disponível em: <https://sputniknews.com/20150120/1017132149.html>. Acesso em: 20/10/2022.
- Figura 2: **Força Centrífuga**. Algo sobre, 2018. Disponível em: <https://www.algosobre.com.br/fisica/forca-centrifuga.html>. Acesso em: 20/10/2022.
- Figura 3: LACKNER, James R.; DIZIO, Paul. **Human orientation and movement control in weightless and artificial gravity environments. Experimental brain research**, v. 130, n. 1, p. 2-26, 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/James-Lackner-2/publication/12676917_Human_orientation_and_movement_control_in_weightless_and_artificial_gravity_environments/links/00b7d517a9cf39422e000000/Human-orientation-and-movement-control-in-weightless-and-artificial-gravity-environments.pdf>. Acesso em: 16/03/2022.
- Figura 4: **Senta que lá vem…: "2001 – Uma odisseia no espaço".** Salada de Cinema, 2013. Disponível em: < https://saladadecinema.com.br/2013/10/14/senta-que-la-vem-2001-uma-odisseia-no-espaco/>. Acesso em: 20/10/2022.
- Figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17: Feitas pelas autoras.

Avaliação da Eficácia de Materiais para Proteção Contra Radiação UV

Julia Aulicino, Maria Eduarda Storel, Maria Fernanda Borges, Melissa Miranda
Professor(a) orientador(a): Thaís
Colégio Bandeirantes

Resumo

Diante dos graves problemas ambientais que o Planeta Terra vem sofrendo, como as mudanças climáticas, no futuro provavelmente será necessária a colonização de outro astro. Devido às condições semelhantes entre Marte e a Terra, esse seria o Planeta mais adequado para habitação, porém, o mesmo apresenta um índice 2,7 vezes maior de radiação UV. Esse é um grande obstáculo quando se trata de ocupar o Planeta Vermelho. O objetivo desse projeto foi a busca de uma maneira sustentável e acessível de proteger a população do excesso de exposição à radiação ultravioleta em uma possível colonização de Marte. A partir da montagem de um sistema composto por um arduíno, uma luz negra, um LCD e os materiais protetores contra a radiação UV (lentes com proteção UV, tecidos e protetores solares)., foi possível medir a capacidade de absorção de raios ultravioletas dos materiais analisados. Concluiu-se, a partir dos resultados dos experimentos, que os recursos já disponíveis no Planeta Terra, no geral, podem ser extremamente eficazes no bloqueio da radiação marciana. O protetor solar, por exemplo, a partir dos experimentos realizados, em um primeiro momento, se mostrou com uma eficácia de 100% na proteção humana contra a radiação ultravioleta, apresentando somente uma pequena diminuição na capacidade de proteção com o passar do tempo, porém nada inesperado. Por meio desse projeto, foi possível afirmar a viabilidade da habitação de Marte, mesmo com suas condições de radiação elevadas, por meio da utilização de recursos acessíveis para toda a população.

Palavras-chave: Planeta Terra, Marte, colonização, radiação ultravioleta, proteção, recursos acessíveis.

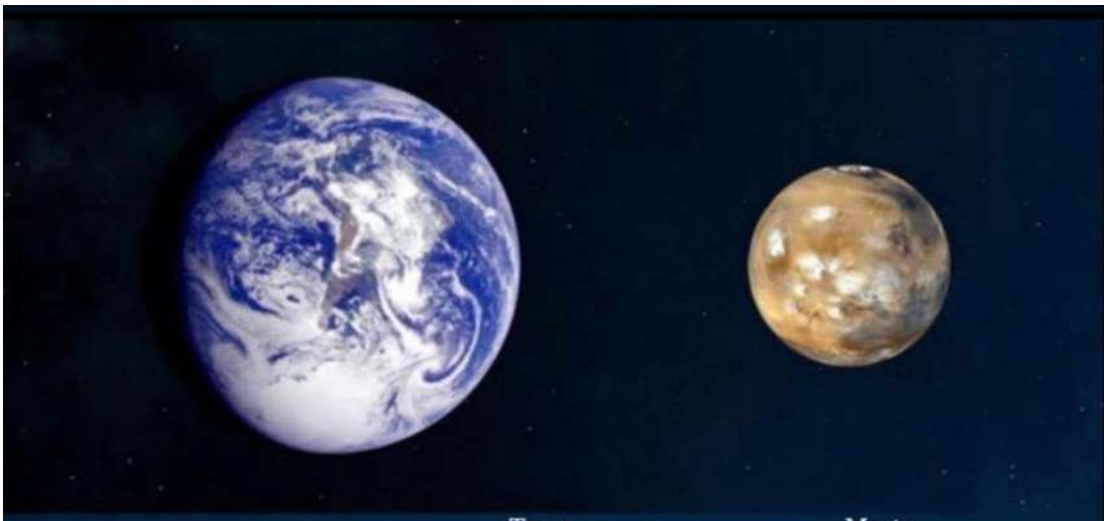
Abstract

In the near future it will probably be necessary to colonize another planet, because of the serious environmental problems Earth has been suffering, such as climate change. Due to the similar conditions between Mars and Earth, the red planet would be the most suitable for habitation, however, it has a UV index that is 2.7 times higher compared to the Blue Planet. This is the major challenge when it comes to occupying Mars. The main goal of this project was to find a sustainable and affordable way to protect the population from excessive exposure to ultraviolet radiation. By assembling a system composed of an Arduino, a black light, an LCD, and UV protective materials (lenses with UV protection, fabrics, and sunscreens), it was possible to measure the UV radiation absorption capacity of the materials. It was concluded, from the results of the experiments, that the resources already available on Earth are capable of blocking Martian radiation. Sunscreen, for example, from the experiments performed, proved to be 100% effective in protecting humans against ultraviolet radiation, displaying only a small decrease in protective capacity over time, but nothing unexpected. The main conclusion that can be drawn is that through this project, it was possible to affirm the feasibility of inhabiting Mars by taking advantage of resources that are accessible and capable of protecting the entire population from its high radiation conditions.

Keywords: Earth, Mars, colonization, UV radiation, protection, accessible resources.

Introdução

O Planeta Terra está passando por um período crítico há algum tempo, no qual ocorre a intensa degradação da camada de ozônio e um aumento nos níveis de radiação. Diante desse cenário, segundo a cientista Alice Brites, formada em ciência ambiental na Universidade de São Paulo (USP), as possibilidades de futuramente ser necessária a mudança em massa da população para o Planeta Vermelho são enormes. Acredita-se que, apesar de Marte ser um planeta até então nunca habitado, talvez a ideia de habitar esse corpo celeste se torne realidade, visto que a conduta humana segue sendo de extrema irresponsabilidade. Além disso, o Planeta Vermelho é o que apresenta características mais semelhantes às terrestres (Figura 1), como os fatos de possuir água nos 3 estados físicos e um dia de aproximadamente 24 horas e 37 minutos (GUITARRA,?).



	Terra	Marte
Distância Média do Sol	150 km	229 km
Velocidade Média de Órbita no Sol	30 km	23km
Diâmetro	12.7 km	6.7 km
Inclinação do Eixo	23.5º	25º
Duração Anual	365,25 dias	667 dias da Terra
Duração do Dia	23 horas e 58 minutos	24 horas e 37 minutos
Gravidade	10 m/s²	3.721 m/s²
Temperatura	Média de 13º C	Média de -27º C
Atmosfera	Nitrogênio, Oxigênio, Argônio, etc	Dióxido de Carbono e vapor de á
Número de Luas	1	2

Figura 1: Comparação de aspectos importantes para a manutenção da vida nos planetas Terra e Marte

Levando em consideração a drástica mudança de habitar outro planeta, devem ser analisados diversos aspectos sobre a habitabilidade de Marte e um dos principais dentre eles é a radiação. Os níveis de radiação no Planeta Vermelho são cerca de 2,7 vezes maiores do que os da Terra, de acordo com a coleta de dados realizada pelo instrumento MARIE (PARIS et al. 2020). Portanto, a radiação de fato é um fator preocupante e comprometedor quando se trata de ocupar o planeta vizinho. Apesar de ser um problema complexo, existem diversas pesquisas com possibilidades para amenizar os danos, por exemplo ao utilizar filtros solares e lentes fotocromáticas, de proteção contra a radiação UV (OLIVEIRA et al. 2001).

As tecnologias presentes nos filtros solares, lentes fotocromáticas e roupas contra a radiação UV serão utilizadas para a criação de equipamentos que permitam que Marte seja habitado. Todos os habitantes do Planeta Vermelho vão precisar de

roupas especiais contra os raios ultravioletas, e que também protejam do frio extremo e ventos. Ademais, também será imprescindível o uso de óculos com lentes especiais contra esse modelo de radiação, uma vez que no Planeta Terra já foram cientificamente comprovados, através de estudos divulgados pela Organização Mundial de Saúde e feitos por dermatologistas, os danos que os raios causam (cataratas, cegueira…). Dessa maneira, está mais que evidente que em um local com quase 3x mais radiação os prejuízos seriam muito maiores, podendo danificar vasos sanguíneos, o cérebro, a visão e causar câncer de pele com muito mais facilidade (BRITES, ?).

Primeiramente, os filtros solares funcionam da seguinte maneira, os produtos possuem os FPS, fator de proteção solar (10,15,30…), esses variam de acordo com o tempo de duração da proteção, ou seja, a quantidade de tempo em que o filtro solar consegue proteger a pele dos raios UV, portanto não influenciando na qualidade do produto. Porém, os protetores não garantem 100% proteção, então para que pelo menos amenizem os danos dos raios UV, os mesmos devem ser aplicados constantemente (BRAGA,. 2012).

A segunda tecnologia muito útil e necessária nesse ramo de proteção contra a radiação, são as lentes fotossensíveis ou fotocromáticas (Figura 2). Essas lentes são relativamente recentes e já prometem uma grande mudança na qualidade de vida dos seres humanos. Elas agem bloqueando a passagem da radiação ultravioleta por meio de uma reação química, que ocorre na própria lente, entre íons de prata e cloro (SOUZA, ?). Essa invenção fornece uma proteção para a visão dos seres humanos e auxilia na prevenção de doenças oculares. As lentes fotossensíveis são, sem dúvidas, uma grande inspiração de como será a proteção contra a radiação UV no futuro, quando a situação do planeta Terra estiver ainda mais crítica.

Figura 2: Óculos com lente contra raios UV.

Os tecidos tecnológicos de fotoproteção também fazem parte do grupo de tecnologias já utilizadas no planeta Terra, que são fundamentais para a proteção contra a radiação. Muitos pensam que esses produtos não possuem funcionalidade, porém dependendo do FPU (Fator de Proteção Ultravioleta), uma simples camiseta contendo essa tecnologia de 50 FPU é capaz de bloquear 49 ondas de radiação ultravioleta de 50, deixando somente uma onda passar e nos atingir. Desse modo, as pesquisas e estudos deixaram claro que é possível prevenir e amenizar quase 100% dos danos causados pelos raios UV (VELASCO et al. 2011).

Ao utilizar todas essas tecnologias em conjunto em Marte é possível criar um sistema com um container e vidros que envolvem para reter os raios UV. Além disso, ao sair do estabelecimento serão utilizadas roupas com tecnologia da “UV line”, além de muito protetor solar, os quais vão proteger os seres humanos da radiação e permitirá que o Planeta Vermelho possa ser levado em conta como uma possível habitação.

Tendo em vista tudo isso, se necessária a colonização de Marte, será que é possível a proteção contra radiação ultravioleta no Planeta Vermelho usando materiais e tecnologias conhecidas da Terra?

Objetivos

Objetivo geral:

- Buscar uma maneira acessível de proteger a população do excesso de exposição à radiação, baseado em testes comparativos de materiais e lentes protetoras de radiação ultravioleta.

Objetivos específicos:

- Identificar os riscos e problemas acarretados devido à exposição à radiação UV;
- Pesquisar sobre diferentes alternativas de soluções para o problema;
- Compreender o funcionamento do filtro/proteção contra à radiação UV;
- Medir separadamente quanta radiação UV cada material absorve;
- Comparar por meio de testes a eficácia e a diferença entre as diversas alternativas de materiais (filtros, tecidos e lentes);

Materiais e Método

Lista de materiais:

- Vidro comum;
- Lente de óculos de grau;
- Lente de óculos de sol de baixa qualidade;
- Lente de óculos de sol de alta qualidade;
- Amostras de filtros solares (diferentes fatores de proteção, diferentes marcas ou diferentes números de camadas);
- Tecidos (diferentes espessuras, diferentes proteções ou qualquer outra variação das amostras);
- Medidor de radiação UV;
- Fonte de radiação (luz solar ou luz UV);
- Material para anotação.

Métodos:

Por meio da utilização de diferentes tipos de lentes (vidro comum, lente de óculos de grau, lente de óculos de sol de baixa qualidade e lente de óculos de sol de alta qualidade), diversas amostras de tecidos (de diferentes espessuras, materiais e proteções), filtros solares distintos (variações nos fatores de proteção, nas marcas e

nos números de camadas), uma fonte de radiação (luz UV) e um receptor de radiação, foi realizado um experimento para comparar a eficácia da absorção da radiação. A metodologia utilizada durante os testes foi a disposição de diferentes tipos de lente à uma mesma distância da fonte de radiação e do receptor de radiação. A fonte de luz UV emitiu raios em direção às lentes e o receptor mediu a quantidade de radiação que passa através do material, e assim, será possível concluir uma análise sobre a qualidade e eficácia em relação a proteção contra a radiação.

Além disso, em um segundo momento, realizaremos outro experimento, porém, dessa vez, foram analisados os tecidos e suas formas de proteção. A metodologia utilizada nessa prática foi semelhante à do experimento com as lentes, uma vez que as diferentes amostras de tecidos foram expostos à uma fonte de radiação a uma mesma distância e durante um mesmo tempo de duração, e por meio de um receptor de radiação será medida a qualidade da proteção do produto têxtil.

Resultados e Discussão

O desenvolvimento do projeto iniciou-se com a montagem do arduino ligado ao Hardware, e em seguida foi colocado um sensor de radiação UV ligado a placa para medir o nível de radiação ultravioleta que estava sendo transmitido. Utilizou-se o arduíno do computador e um medidor de radiação UV para verificar o índice de radiação máximo que a luz negra poderia emitir, o qual se revelou 300, ja com a luz desligada a tecnologia marcou aproximadamente 70 tendo então uma boa base para iniciar os testes. Assim então os experimentos foram iniciados, utilizando óculos de sol e tecidos como a flanela para termos alguma base. O óculos de sol utilizado era de boa qualidade, transformando o 300 de radiação para 4, mostrando então um resultado muito satisfatório e esclarecedor ao nosso projeto. Já a flanela, um tecido muito fino e feito principalmente de lã, algodão ou fibra sintética, obteve um resultado nada satisfatório, porém esperado, pois a radiação apenas diminuiu em 100, passando 200 de radiação para o sensor.

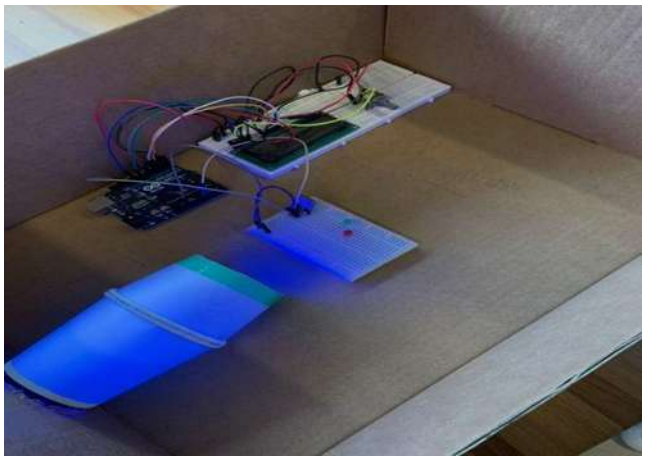


Figura 3: amostra da caixa utilizada pra realizar os testes com a luz UV ligada.

Para tornar o experimento mais eficaz e verdadeiro, abrigou-se o sensor e o arduino dentro de uma caixa de papelão com uma tampa, onde realizou-se um furo para inserir a lâmpada de radiação UV e utilizou-se copos de papel, transformados em cones, para focalizar a luz da lâmpada para a placa. Então outra ideia para tornar o projeto ainda mais tecnológico e inovador foi criada. Para não depender completamente do uso do computador para checar a radiação ultrapassada, utilizou-se um LCD (Liquid Crystal Display), onde o nível de radiação ultrapassada no material seria apresentado digitalmente. Os testes ainda estão em desenvolvimento, para torná-los oficiais e testar todos os tipos de materiais trazidos, para que assim os resultados sejam 100% honestos e então nossa pesquisa seja confiável e correta.

Após a montagem completa da caixa contendo o LCD, arduino, medidor de radiação, lâmpada e focalizador da luz, foi decidido então planejar o funcionamento dos experimentos. O planejamento foi consolidado da seguinte maneira: três testagens de cada tecido e lente (em dias diferentes) e para os protetores seria realizado duas vezes os testes com os diferentes fatores de proteção e de hora em hora, para acompanhar o desempenho de sua proteção com o tempo de exposição. Dessa forma, com diversas testagens, ao final dos experimentos apresentaríamos resultados mais conclusivos e confiáveis.

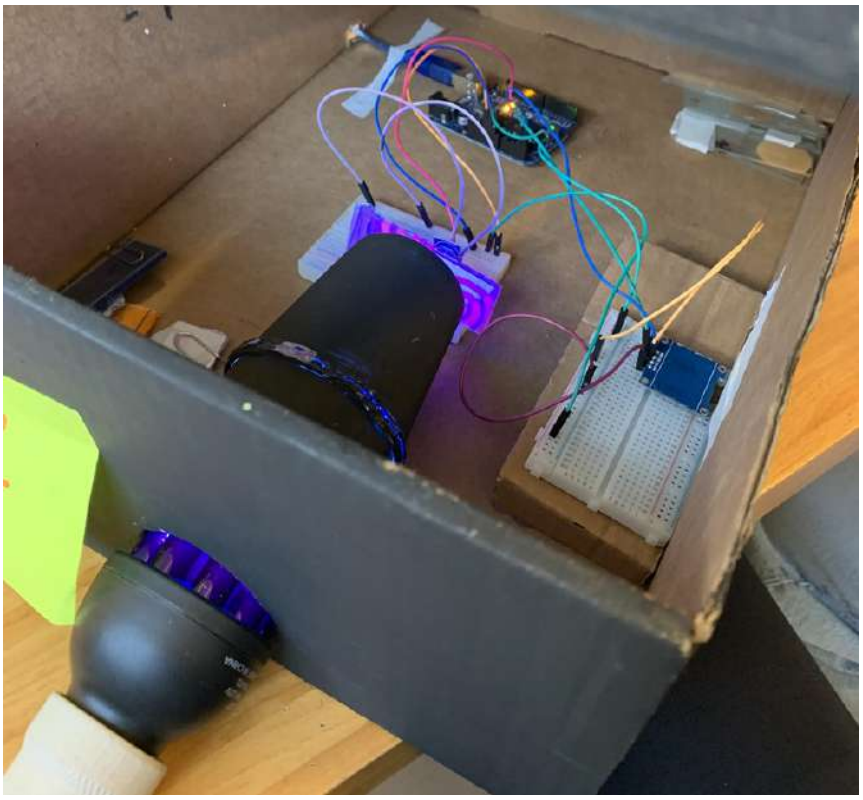


Figura 4: Foto da parte interna do projeto (arduíno, luz negra e receptor de radiação).

Iniciaram-se os testes dos protetores solares no dia 17/08/2022 com amostras de protetores solares de diferentes marcas e FPS (fator de proteção solar) em uma placa de vidro liso. Nesse primeiro momento, foi possível a observação de resultados esperados. Na primeira medição, todas as amostras, independente do FPS (fator de proteção solar) apresentaram uma absorção de radiação UV muito semelhante e com total proteção (100%). Porém, com as testagens ao longo do dia, foi observado que a absorção de UV dos protetores solares foi diminuindo, principalmente os com aqueles que apresentam um baixo nível de FPS, uma vez que que ao longo do tempo o protetor vai perdendo sua capacidade de proteger contra a radiação.

Porcentagem de absorção da radiação Ultravioleta pelo protetor solar (vidro aberto)

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
9h	100%	100%	100%	100%	100%	100%
10h	100%	100%	100%	100%	100%	100%
11h	100%	94%	100%	100%	100%	100%
12h	100%	100%	100%	100%	100%	100%
13h	100%	92%	100%	100%	100%	92%
14h	73%	98%	100%	100%	100%	95%
15h	59%	95%	93%	92%	93%	91%
16h	44%	55%	74%	71%	70%	88%

Posteriormente, na segunda e última bateria de testes das amostras de protetores solares, utilizou-se amostras dos protetores solares entre duas placas de vidro liso. Os resultados se tornaram mais imprecisos, o protetor não está em contato com o meio, portanto, o protetor não degenera e os testes não condizem com a realidade. Analisando os resultados fica claro que ⅚ das amostras permaneceram absorvendo toda a radiação UV emitida. Também é possível observar que no horário 12:00 houve uma alteração na porcentagem de proteção, provavelmente por alguma alteração no meio ambiente, como a maior incidência de raios solares.

Porcentagem de absorção da radiação Ultravioleta pelo protetor solar (vidro fechado)

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
9h	100%	100%	100%	100%	100%	100%
10h	100%	88%	100%	100%	91%	94%
11h	100%	100%	100%	100%	100%	100%
12h	94%	100%	97%	71%	85%	68%
13h	100%	100%	100%	100%	100%	100%
14h	89%	97%	100%	100%	100%	100%
15h	100%	100%	83%	100%	93%	100%
16h	100%	100%	100%	100%	70%	100%

Já nos dias 17/08/2022, 24/08/2022 e 31/08/2022, iniciaram as primeiras baterias de testes dos tecidos. Nela, foi possível observar que as amostras têxteis em

todos os testes apresentaram uma proteção de 100% em relação a medição de controle quando a luz negra está apagada. Inesperadamente, durante o experimento, não foi possível a observação de variações relevantes dos dados em decorrência da espessura dos materiais. O tecido rosa, por ser o mais fino, foi o que menos bloqueou a ultrapassagem de radiação UV, pois ele é um tecido mais fino em relação aos outros.

	Tecido UV	**Tecido Azul**	**Tecido Laranja**	**Tecido Rosa**	**Tecido cinza**
17/08	100%	100%	100%	80%	98%
24/08	100%	100%	100%	75%	92%
31/08	100%	100%	100%	85%	99%

Além disso, nos dias 24/08/2022, 26/08/2022 e 31/08/2022 foram realizadas as testagens com as lentes (lente espelhada Ray-Ban de alta qualidade, lente colorida de uma marca de qualidade intermediária e lente preta de marca de baixa qualidade). Os resultados dessa etapa dos experimentos foram os mais precisos e seguiram completamente o resultado esperado, já que a amostra que teve o melhor desempenho no bloqueio de radiação UV foi o da Ray-Ban. Durante os três testes, essa lenta foi a que mais impediu a passagem de radiação, com índice de valor variando entre 1 e 2.

	Lente de alta qualidade	**Lente de qualidade intermediária**	**Lente de baixa qualidade**
24/08	98%	70%	65%
26/08	85%	85%	55%
31/08	90%	73%	72%

Os dados apresentados foram muito precisos, a lente de qualidade intermediária apresentou resultados inferiores a lente boa e superiores a de baixa qualidade. Já a lente ruim pode causar diversos danos a visão dos seres humanos, uma vez que ela permite que grande parte da radiação UV chegue aos olhos e tem uma proteção quase sem utilidade. Os resultados variam dependendo também do dia da testagem, uma vez que os fenômenos naturais, como o sol, nuvens, radiação, entre outros fatores alteram os resultados dos experimentos. Analisando todos os

resultados das testagens das lentes, eles são compatíveis com o que era esperado no início do projeto.

Portanto, as diferentes testagens apresentaram resultados muito interessantes e úteis para a nossa pesquisa, apesar de ter uma pequena incongruência nos dados (principalmente dos protetores solares medidos entre dois vidros - pois os resultados deveriam variar mais, uma vez que o FPS das amostras altera, e a proposta dos produtos é proteger em maior quantidade quanto maior o fator de proteção). No geral, nos diferentes momentos de testagens, os resultados permaneceram semelhantes, contendo variações muito pequenas e quase que desconsideráveis.

Para calcular a porcentagem de absorção da radiação Ultravioleta utilizou-se uma fórmula em que foi checado, a partir dos valores do sensor com o anteparo vazio (ou seja, sem tecido, sem filtro, sem lente), a porcentagem de absorção de radiação U.V. Para isso, foi medido o valor com a luz acesa e com a luz apagada para que fosse possível saber os valores do controle positivo (0% de emissão de luz) e do controle negativo (100% de emissão de luz).

Conclusão

A partir da análise dos resultados do experimento, acreditamos que os tecidos, todas as amostras de lentes e os protetores solares são utensílios extremamente competentes na proteção dos seres humanos contra a radiação ultravioleta.

Acredita-se que o desenvolvimento de um traje completo (que cubra completamente o corpo humano), mesclando os melhores aspectos das três tecnologias analisadas (tecidos, lentes e protetores solares), pode ser uma alternativa viável para os humanos utilizarem em Marte e se manterem protegidos, em caso de necessidade de colonização do planeta vizinho.

Mesmo com os níveis de radiação do Planeta Vermelho serem aproximadamente 2,7 vezes maiores do que os do Planeta Terra, conclui-se que com os recursos já disponíveis e o nível avançado da tecnologia e ciência, é possível a sobrevivência dos seres humanos, e os índices de radiação de Marte não são mais um problema irresoluto. E apesar de parecer algo muito distante e não palpável, é muito possível o desenvolvimento desse traje do que imagina-se, já que não será necessária a descoberta e montagem de novas tecnologias.

Referências

- APARECIDA, Carla. BABY, André. BALOGH, Tatiana. KANEKO, Telma. VELASCO, Maria. Proteção contra a radiação ultravioleta. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/TY4cpMgMDSMRSkf6XqSxF8f/?lang=pt>. Acesso em: 13/02/2022
- ARAÚJO, T.S; SOUZA, S.O. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. Scientia Plena, n.11, v. 4, p. 1 - 7, 2008. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/72> Acesso em: 13/03/2022
- BRAGA, Nathália. “O que são os números FPS no protetor solar”. Superinteressante, 2012. Disponível em: <https://super.abril.com.br/comportamento/o-que-sao-os-numeros-fps-no-protetor-solar/>. Acesso em 27/04/2022.
- BRITES, Alice. “Raios ultravioleta - Presentes na luz do sol, raios UV podem ser nocivos…”. Educação Uol. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/raios-ultravioleta-presentes-na-luz-do-sol-raios-uv-podem-ser-nocivos.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso em 27/04/2022.
- FLOR, Juliana. DAVOLOS, Marian. CORREA, Marcos. Protetores solares. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000100027> Acesso em: 13/03/2022
- GUITARRARA, Paloma. "Marte"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/marte.htm>. Acesso em 27/04/ 2022.
- OLIVEIRA et al., A radiação ultravioleta e as lentes fotocrômicas. Arq Bras Oftalmol. São Paulo, v. 2001, n. 64, p. 163-165, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abo/a/sDYtrFBQPLKV9kV83RqwSDc/?format=pdf&lang=pt>Acesso em: 13/03/2022
- PARIS, Antonio et al. Prospective Lava Tubes at Hellas Planitia. arXiv preprint arXiv:2004.13156, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/340997049_Prospective_Lava_Tubes_at_Hellas_Planitia>. Acesso em 29/04/2022.
- SOUZA, Líria Alves de. "Lentes fotossensíveis: reações de oxirredução"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/lentes-fotossensiveis-reacoes-oxirreducao.htm> . Acesso em 27/04/2022.
- VELASCO et al. “Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção”. Scielo. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/TY4cpMgMDSMRSkf6XqSxF8f/?lang=pt>. Acesso em 27/04/2022.

Referência das imagens:

- Figura 1: Crédito: imagem retirada do Twitter “MAVEN Mission to Mars”. Disponível em: <https://twitter.com/MAVEN2Mars/status/474662974121324546/photo/1> Acesso em: 27/04/2022
- Figura 2: Crédito: imagem retirada do site “Wikipédia”. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Radiação_ultravioleta> Acesso em: 29/04/2022

Purificador de ar e eficiência das máscaras faciais

Helena Morelli, Sofia Vanzolini

Professor(a) orientador(a): Marta Rabello e Carol Zambrana

Colégio Bandeirantes

Resumo

Desde do começo do uso das máscaras faciais frequentemente devido a pandemia da COVID-19, muitas pessoas se questionaram: qual seria a máscara mais eficiente e qual seria a menos, quando se tratando de evitar proliferação do vírus. Este trabalho se baseou principalmente nesta pergunta, em exatamente qual tipo de máscara dentre as mais usadas popularmente são mais eficientes, e se, de fato, a expectativa e resultados de outras pesquisas parecidas condizem com a realidade observada no projeto. A questão foi trabalhada a partir de um protótipo de filtro, simulando a circulação do ar, feito com madeira e uma ventoinha. Após o experimento, a conclusão foi congruente com as pesquisas usadas, ou seja, que a máscara mais eficiente é a KN95 e a menos seria a de pano.

Palavras-chave: Projeto, máscara facial, protótipo, filtro, pandemia, COVID-19

Abstract

Since face masks became a daily habit after the COVID-19 pandemic, a lot of people started to question what was the best and worst mask in terms of efficiency and protection against the virus. The project is based on that question and it actually seeks for an answer, even though the medicine specialists already had an idea. To test the masks, a prototype of a filter was made with wood and a computer fan. For the experimental part, the masks were placed and 20g of turmeric powder was deposited in the filter, so the filtration of the face masks could be visible, making it possible to analyze how much powder got contained by each one. The results were similar to the ones obtained by other researchers carried out by specialists, so as

expected, the best one is the KN-95, and the worst is the one made with cloth, even though it is commonly used in the daily lives of most people.

Keywords: project, face mask, prototype, pandemic, filter.

Introdução

Em dezembro de 2019, na véspera de ano novo, foram relatados diversos casos pneumônicos que só indicavam aumento em Wuhan na China, e, logo depois (janeiro dia 7) foi declarado pelas autoridades chinesas o surgimento do covid-19, um vírus até então desconhecido que se alastrou velozmente pelo país e se proliferou pelo mundo igualmente rápido, chegando no Brasil em fevereiro de 2020 (OPAS, 2019?).

Este novo vírus além de não ser conhecido até o momento, já alarmou de início muitos especialistas, como médicos e cientistas principalmente, pela sua grande e rápida proliferação e por isso desde o início já foram investidas pesquisas em colaborações com as autoridades chinesas, e a OPAS tem fornecido apoio técnico aos países da América e fornecendo apoio e prevenção devidas de como lidar com o vírus (OPAS, 2019?)

A contaminação pelo novo coronavírus leva a sintomas de pneumonia, problemas respiratórios, congestionamento nos pulmões, tosse, corrimento no nariz entre outras sintomas menos agravantes, porém presentes (GARCIA, Leila; 2020).

Além dos impactos ambientais, sanitários e políticos, a pandemia do Novo coronavírus também impactou profundamente as estruturas sociais e psicológicas da grande maioria dos países, levando muitos a um desequilíbrio financeiro e/ou até mental. Um exemplo de populações mais afetadas pela pandemia foram as populações vulnerabilizadas que, por estarem em situações mais complicadas, acabaram por não ter acesso total ou ao menos mínimo a métodos de prevenção na questão sanitária (Matta; Gustavo Corrêa et al, 2021).

Um estudo em modelo gráfico da Universidade Federal de Pelotas, indicou o crescimento crescente do novo coronavírus em seu ano de pico (2020), como podemos observar abaixo em sua evolução no Brasil (UFPEL, 2020).

(FOTO: faculdade ufpel, 2020)

Algumas coisas que não estavam na rotina da maioria das pessoas foram trazidas por esta pandemia, como o distanciamento social, o uso de álcool em gel, o hábito de lavar as mãos com mais frequência, o hábito de higienizar produtos, o apreço aos ambientes arejados e com presença de luz solar, a proibição de funcionários ou pedestres em lugares onde são comuns aglomerações, e, principalmente, o hábito de usar máscaras, que, apesar da amenização da pandemia, este ainda continua em nossas vidas. Tais hábitos logo no começo da grande pandemia, de fato, auxiliaram a prevenção e desceram a cura epidêmica deixando a situação sanitária melhor, e um dos métodos extremamente eficientes de acordo com os especialistas, foram o uso de máscaras e o uso de higienizar as mãos com álcool em gel.segundo as autoridades chinesas (porém contrariando a OMS, está, só indica o uso obrigatório de máscaras por trabalhadores da saúde e infectados pela possível falta de eficiência em pessoas saudáveis)(GARCIA, Leila; 2020).

Apesar desta recomendação da OMS (Organização Mundial da Saúde), existem sim documentações da eficiência das máscaras em pessoas assintomáticas ou pessoas infectadas que se encontram junto de pessoas saudáveis, já há evidências de que diminui de fato o risco de contaminação e por consequência, diminui a proliferação da doença (Del mar, Jefferson T, 2020).

> “O grande erro nos Estados Unidos da América e na Europa, é que as pessoas não estão usando máscaras. (…) Muitas pessoas têm infecções assintomáticas ou pré-sintomáticas. Se usam máscaras, isso pode impedir que gotículas que transportam o vírus se espalhem e infectam outras pessoas”(GAO, George, 2020).

A Lei nº 13.969, de 06 de fevereiro de 2020 e a Portaria nº 327, de 24 de março de 2020, que estabelecem medidas de prevenção, cautela e redução de riscos de transmissão para o enfrentamento da COVID-19, fixam a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) porém muitas pessoas não dispõe de máscaras cirúrgicas ou profissionais dispondo assim por optar por uma solução caseira feito o utilizamento das máscaras caseiras na maioria das vezes feitas de pano(LIMA, Melquia, 2020?).

Com a popularização racional das máscaras faciais no mundo todo houve uma escassez do produto, algo que afetou negativamente a curva infeccional do vírus e contribuiu para sua proliferação, ainda mais após as medidas de segurança e leis adotadas por principalmente locais públicos ou sujeitos a aglomerações (AGUIAR, Bianca, 2020).

FOTO: (Governo de são paulo 2020)

Com a doação do uso de máscaras diversas vezes obrigatórios em muitos países, a máscara virou um hábito recorrente, sendo os tipos de máscaras, diferentes e algumas vezes com algum tipo predominante em certos países (com tipo dizemos por exemplo: n95, máscaras de pano, cirúrgicas e etc.) (GARCIA, Leila; 2020).

As máscaras têm capacidade de reter partículas nanométricas e garantir proteção das vias respiratórias e desde o começo do uso de máscaras já foi pensada a ideia de testar qual máscara seria mais eficiente de fato para conter os aerossóis e diminuir a proliferação do vírus, pois, esta informação é extremamente importante principalmente para profissionais da saúde, grupos de risco, ou, pessoas mais expostas ao vírus (que necessitam trabalhar em aglomeração por exemplo), então, foram iniciadas pesquisas (inclusive na UNIFESP) sobre a capacidade filtradora de cada tipo de máscara (MAYUMI, Júlia e Nishiyama, 2021).

Estudos da USP avaliam as máscaras e os materiais dos quais são feitas para produção em massa, indicando quais materiais são mais adequados para a prevenção do vírus. Tais estudos e experimentos realizados pela universidade se trata de um gerador de aerossóis e um contador de nano partículas de tamanho similar ao da corona vírus, e o projeto (respire! os usou para produzir mais de 1 milhão de máscaras e distribuí-las para mais de 8 mil hospitais.

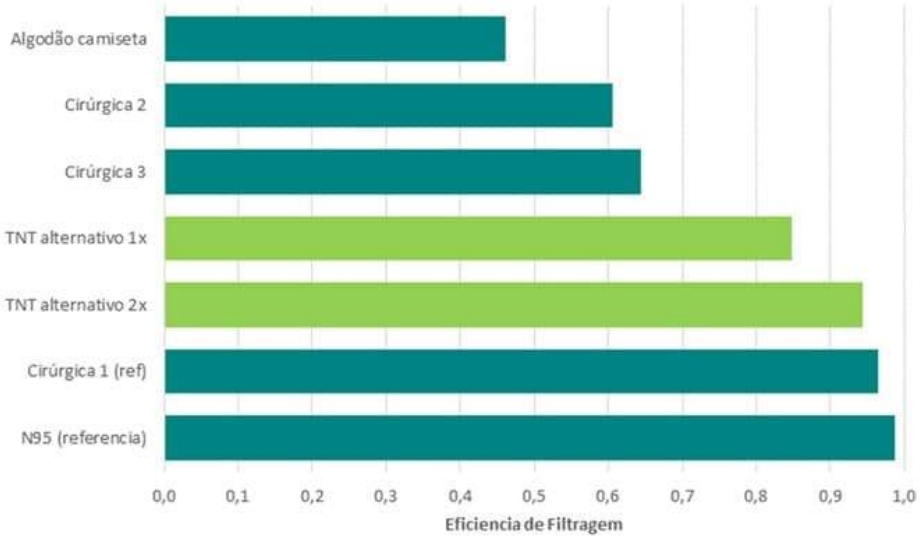


Gráfico compara desempenho de diversos tipos de materiais usados na produção de máscaras para proteção contra o vírus da covid-19; eficiência de filtragem oscilou entre 60% e 97% (JORNAL DA USP, 2020)

“Como não há, no mercado internacional, onde comprar hoje estas máscaras em grandes quantidades, teremos que adaptar novos materiais e testar com a nossa tecnologia”, ressalta. “Também serão feitas recomendações para a melhor construção de máscaras caseiras, para que forneçam a maior proteção possível à população ”(ARTAXO, Paulo, 2020).

(FOTO: revista veja, 2020)

Com este hábito veio uma dúvida, que foi a pergunta base do projeto: qual é a capacidade de filtração de cada tipo de máscara? Qual é a mais eficiente e qual é a menos?

Este projeto de STEAM visava observar de perto a funcionalidade das máscaras e sua determinada capacidade filtradora de modo simplificado, porém eficiente, a partir de um purificador de ar caseiro. Com a construção do filtro, foram

testados os tipos de máscaras usadas popularmente para obtermos um panorama geral da situação, mesmo que esta já tenha sido parcialmente estudada.

Objetivos

Objetivos gerais:

- Construir o purificador de ar;
- Testar filtração de diferentes máscaras;

Objetivos específicos

- Testar a funcionalidade do filtro;
- Analisar a filtração de cada máscara;
- Pesquisar sobre cada máscara;
- Comparar os resultados;
- Analisar o impacto das máscaras no nosso dia a dia.

Materiais e Método

Materiais

- Ventoinha de computador
- Pó de cúrcuma moída
- Conector de fios
- Fita isolante
- Tesoura
- Madeira mdf
- Cola super bonder

Para o projeto foi usado uma ventoinha de computador, recortes de madeira de mdf, máscaras de três tipos, fios e pó de cúrcuma. Já os métodos foram: construir o filtro com as medidas certas com a madeira mdf, colar os recortes com super bonder assim como a ventoinha no topo, em seguida foram coladas as máscaras uma de cada vez com fita isolante na outra saída de ar e foi derramado o pó de cúrcuma na ventoinha para a possibilidade de analisar a filtração.

Resultados e Discussão

Ao longo do projeto, foi possível observar algo que já havia sido precedido, a partir de informações obtidas por outras pesquisas no assunto; as máscaras, de fato, apresentam filtrações diferentes.

A primeira máscara usada foi a máscara cirúrgica, muito usada por ser uma das mais acessíveis. A máscara cirúrgica filtrou o pó de cúrcuma, entretanto, mesmo sem frestas entre a máscara e a caixa, o pó conseguiu passar pela máscara. Como esta máscara foi a primeira a ser testada, ainda não havia muitos parâmetros. Porém, foi visível que a máscara filtrou aproximadamente 9/10 da quantidade de pó colocada. A quantidade que ficou contida no filtro era em torno de 18g.

A segunda máscara usada foi a KN95, a eleita a mais eficiente por especialistas por conter aerossóis. No filtro com a KN95 foi colocada a mesma quantidade de pó que na cirúrgica, porém foi visível que passou pela máscara menos pó amarelo do que na cirúrgica. Após cinco minutos do pó circulando a máscara foi retirada e foi possível observar o quanto de pó foi contido, cerca de 19/20, que totaliza em torno de 19,5g.

A última máscara testada, foi a máscara de pano da Lupo, outra máscara. Também que foi popularizada recentemente não só por sua eficiência como por sua beleza estética e conforto. Depois do processo de teste, a máscara foi retirada do filtro, e foi possível perceber que a quantidade de pó que foi contida era relativamente menor em comparação com a das outras duas testadas. No final do experimento, o restante de pó era de aproximadamente ⅞, que chega a ser entre 17 e 18g.

Conclusão

A partir do protótipo e dos experimentos realizados, é possível concluir que, por mais simples que seja o purificador, ele funcionou perfeitamente e é uma boa opção para filtrar o ar de ambientes pequenos. Principalmente lugares públicos ou onde o ar pode conter substâncias tóxicas. Com alguns aprimoramentos o purificador pode se tornar ainda mais eficiente, como, por exemplo, a instalação de uma lâmpada UV

germicida dentro do filtro, pois a alta intensidade de luz ultravioleta emitida por essas lâmpadas, o dano fotoquímico é capaz de matar microrganismos.

Os resultados dos experimentos são aproximados, pois parte do pó fica preso no filtro ou acaba caindo durante a realização do experimento, entretanto, é perceptível que certas máscaras filtram mais que as outra, e a máscara com maior capacidade de filtração (ou seja, a que mais contém aerossóis e poderíamos recomendar usar) é a KN95.Contudo, as outras não são totalmente inúteis contra a proliferação, apenas têm capacidade relativamente inferior e aumentam um pouco as chances de contrair o vírus. É importante estar consciente disso, para assim nos protegermos melhor ao sair e prevenir o contágio de doenças.

Referências

- AGUIAR, Bianca. Reprocessamento de máscaras N95 ou equivalente: uma revisão narrativa https://www.researchgate.net/profile/Harli-Pasquini-Netto/publication/342504183_Reprocessamento_de_mascaras_N95_ou_equivalente_uma_revisao_narrativa/links/5ef7d2b0458515505078ae28/Reprocessamento-de-mascaras-N95-ou-equivalente-uma-revisao-narrativa.pdf
- CORRÊA, Gustavo. Os impactos sociais da Covid-19 no Brasil: populações vulnerabilizadas e respostas à pandemia https://books.scielo.org/id/r3hc2
- DEL MAR, Jefferson. Physical interventions to interrupt or reduce the spread of respiratory viruses: systematic review https://www.bmj.com/content/336/7635/77.short
- GAO, George. Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus–Infected Pneumonia https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMOa2001316
- GARCIA, Leila. Intervenções não farmacológicas para o enfrentamento à epidemia da COVID-19 no Brasil https://www.scielo.br/j/ress/a/B7HqzhTnWCvSXKrGd7CSjhm/
- MAYUMI, Júlia. Pandemia COVID-19 e a avaliação da vedação de diferentes tipos de máscaras com alta capacidade de filtração na face de profissionais e alunos de graduação
- NINJA, Cardboard. DIY Air Purifier From Cardboard & Masks https://www.instructables.com/DIY-Air-Purifier-From-Cardboard-Masks/
- NETTO, Paulo Eduardo Artaxo.Tecido que "mata" coronavírus funciona? Entenda a tecnologia https://repositorio.usp.br/item/003004968.

Aumento da Temperatura na Superfície Marciana

Dérick dos Santos, Téo Dulaurans, Yuri Vidal, Julia Abud

Professoras orientadoras: Lílian Siqueira, Fernanda Lorena

Colégio Bandeirantes

Resumo

O objetivo desse estudo em particular foi pesquisar como aquecer Marte, pois pode ser uma das únicas saídas da humanidade caso a Terra seja destruída. Foi investigado o impacto que o CO_2 causa quando retém calor em um sistema fechado usando de uma reação química entre bicarbonato de sódio e vinagre, que libera gás carbônico em um frasco selado. Em seguida, o recipiente teve sua temperatura aumentada. Após ser exposto à fonte de calor, o recipiente foi então deixado esfriar. Os resultados alcançados mostraram que quanto mais gás carbônico havia dentro do frasco aquecido, mais o calor era retido. Portanto, os gases de efeito estufa afetam as capacidades de retenção de temperatura de um sistema. Outra forma de aquecer Marte pesquisada teoricamente é com a emissão de CFCs (Clorofluorcarbonos). Entretanto, estes são extremamente perigosos para o meio ambiente e não são uma opção viável. Em conclusão, Marte poderia ser aquecido com a adição de gases de efeito estufa à sua atmosfera, mas as desvantagens dessa ideia são certamente perceptíveis e não devem ser ignoradas.

Palavras-chave: Gases de efeito estufa; CO_2; CFC; Clorofluorcarbonetos; Marte; Aquecer Marte.

Abstract

The aim of this particular study was to research how to warm Mars, as it may be one of humanity's only escape if Earth ever gets destroyed by humanity. We investigated the impact CO_2 makes when retaining heat on a closed system by using a chemical reaction between sodium bicarbonate and vinegar, which released carbonic gas into a

sealed flask. Then the container had its temperature increased. After being exposed to the heat source, the flask was then left to cool. The results achieved showed that the more carbonic gas was inside the warmed flask, the more the heat was retained. Therefore, greenhouse gases do affect a system's temperature retaining capabilities. Another way to heat Mars we researched theoretically is with the emission of CFCs (Chlorofluorocarbons). However, these are extremely dangerous for the environment and are not a viable option. In conclusion, Mars could be warmed with the addition of greenhouse gases to its atmosphere, but the drawbacks to this idea are certainly noticeable and should not be ignored.

Keywords: Greenhouse gases; CO_2; CFC; Chlorofluorocarbons; Mars; Heating Mars.

Introdução

O planeta Terra vem apresentando cada vez mais dificuldade para suportar a quantidade de humanos que o habitam e as quantidades de recursos que eles consomem, por conta disso é considerada a possibilidade de habitar outros planetas, onde o com maior probabilidade de sucesso é Marte.

Marte é o planeta com as melhores condições de habitabilidade ao alcance do ser humano, já que possui condições semelhante às da Terra e está relativamente a uma pequena distância do planeta azul (comparado com os outros planetas do sistema solar). É um planeta rochoso, está na zona habitável, tem presença de água e está em uma distância praticável para a exploração. Apesar de apresentar gravidade e temperatura média menores do que temos na Terra, o planeta vermelho ainda é o menos inviável para ser habitado e o principal candidato para uma possível colonização. (PITT, 2014)

Todos os outros planetas conhecidos ainda apresentam algum desses problemas: temperatura extrema, gravidade muito baixa ou alta, atmosfera inabitável, superfície gasosa, não possuir água e uma distância da Terra que torna inexecutável a exploração com a tecnologia atual. Mesmo que Marte seja a primeira opção para projetos de colonização, ela, na verdade, é a única. Diversos problemas para a sobrevivência humana e colonização do planeta vermelho podem ser observados, como a falta de um campo eletromagnético, baixas temperaturas durante o inverno marciano, dificuldade na criação de plantações, e uma atmosfera frágil que não

contém os elementos necessários para a sobrevivência de humanos sem ajuda de máquinas ou trajes especiais. (PITT, 2014)

Por isso, o processo de terraformação é visto como uma forma de se ter um segundo lar à espécie humana. E é debatido como poderia ser executado em Marte (NYTIMES, SD). Seriam alteradas as condições naturais como a atmosfera e clima marcianos para que estas sejam mais parecidas com as da Terra, tornando assim possível a colonização humana.

A falta de um campo eletromagnético marciano é um dos maiores obstáculos a serem superados no processo de colonização. Afinal, tempestades solares são frequentes, e pela falta de um campo eletromagnético, Marte está desprotegido dessas tempestades, as quais podem inutilizar aparelhos eletrônicos. Outro problema são os altos índices de raios ultravioleta (UV) que não são barrados pelo campo eletromagnético. Raios UV são nocivos para os humanos, podendo causar diversas complicações para a saúde, como o câncer. Muito provavelmente este campo existiu em Marte no passado, mas não existe mais. Isso leva à pergunta, o que pode ser feito para que o planeta vermelho tenha novamente um campo eletromagnético? Essa foi a questão respondida pelo artigo "**How to create an artificial magnetosphere for Mars**" feito por R.A. Bamford, B.J. Kellett *et al.* em colaboração com outros e publicado em 16/09/2021, que aponta o processo como incrivelmente trabalhoso e instável, com muitas incertezas. Ressuscitar o dínamo do planeta é inviável, criar uma estrutura física para o campo é uma possibilidade, mas é muito cara, por isso o Gás Torus pode ser uma opção mais realizável, mas ainda não se tem pesquisas o suficiente para chegar à uma conclusão.

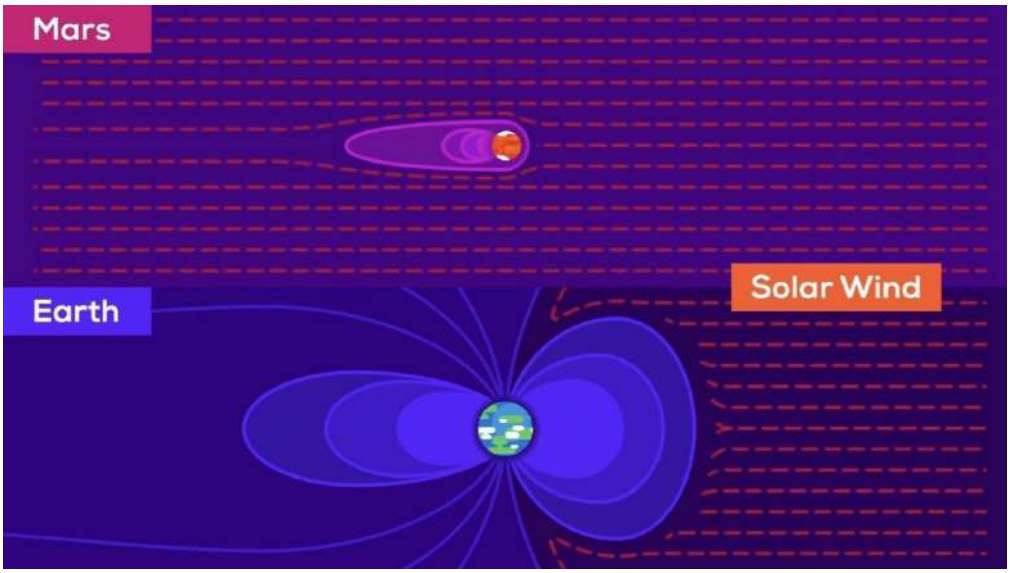


Imagem 1: Representação de como os ventos solares são afetados pelo campo eletromagnético terrestre e marciano. (KURSGESAGT – IN A NUTSHELL, 2020)

A humanidade, quando for para Marte, também precisará se alimentar de alguma forma. Plantações terão um papel importante na colonização, pois produzem comida com capacidade altíssima e poderiam sobreviver no solo marciano. Testes realizados em solos aqui na Terra que possivelmente se assemelham aos de Marte mostram que plantas podem sim crescer no planeta vermelho, inclusive, por causa da gravidade marciana ser aproximadamente um terço da terrestre, seria necessário menos água para irrigar as plantas, já que a terra reteria mais água. No entanto, mesmo que seja possível plantar em Marte, os alimentos de lá não terão a mesma qualidade e quantidade das plantas criadas em fazendas com solos altamente férteis e temperaturas amenas, como é visível no gráfico da imagem 2. Além disso, as plantações possivelmente morreriam na temperatura congelante de Marte, assim ou seria necessário um aquecimento do planeta ou de estufas para proteger as produções, o que limitaria muito a quantidade de alimentos produzidos. (CANDANOSA, 2017)

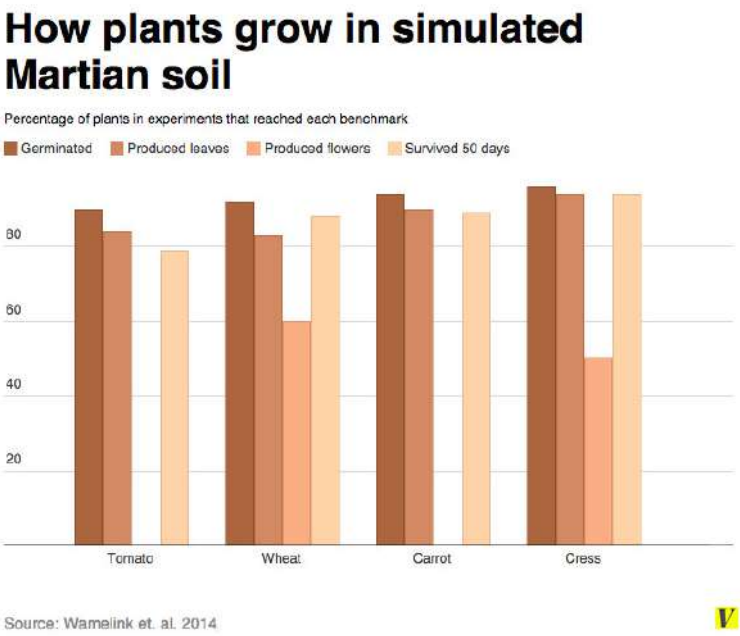


Imagem 2: Gráfico com crescimento de plantas em solo marciano simulado.
(STROMBERG, 2014)

A composição atmosférica de Marte é muito diferente da terrestre. A atmosfera terrestre é composta majoritariamente de nitrogênio e oxigênio, enquanto a atmosfera marciana é 95% feita de gás carbônico e tem somente traços de oxigênio. Seres aeróbicos precisam de oxigênio para sobreviver e a concentração de O_2 é muito menos do que o necessário para sua sobrevivência. Uma forma de aumentar as concentrações de oxigênio na atmosfera marciana é com o uso de algas e plantas que realizam processos fotossintéticos, no geral, seria preciso um aumento da pressão relativa de O_2 em 80mb, com o ideal sendo 200mb, segundo o artigo "**THE CREATION OF AN ARTIFICIAL DENSE MARTIAN ATMOSPHERE: A MAJOR OBSTACLE TO THE TERRAFORMING OF MARS**" (FOGG, 1989). Também seria necessário um aumento da pressão parcial de N_2 em quase 800mb e de CO_2 também. O aumento da quantidade de CO_2 seria necessário para que o efeito estufa em Marte fosse intensificado, e assim a temperatura média marciana subisse. Outro motivo de extrema importância para o aumento da concentração de elementos na atmosfera marciana é para aumentar a pressão atmosférica. Caso pessoas fiquem sem trajes espaciais em Marte morreriam, pois a pressão é tão baixa que as ligações nas moléculas de água iriam se romper, e assim, entrariam em ebulição. A pressão atmosférica terrestre é, no nível do mar, de 1013 milibares, e em Marte, por volta de 7milibares. Um número menor do que o limite de Armstrong, que diz que em pressões

abaixo de 62mb, moléculas de água entram em ebulição. (FOGG, 1989; NASA, SD; STENSMANN, SD; STRINGFIXER, SD)

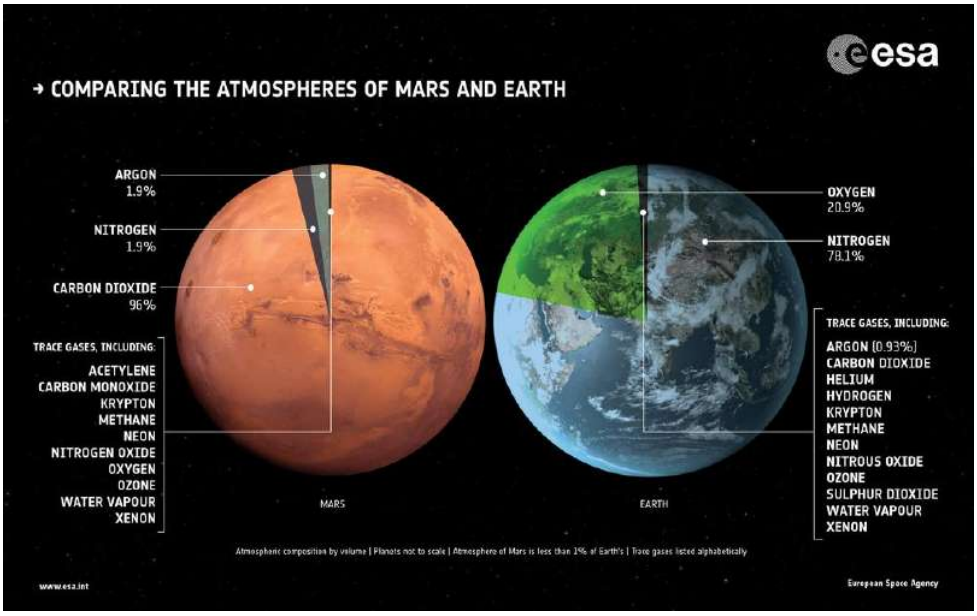


Imagem 3: Resumo comparativo das atmosferas terrestres e marcianas (ESA, 2018)

Na terraformação de Marte, um dos processos mais importantes seria o do aquecimento. Para que o planeta possa ser colonizado é necessária uma temperatura estável, pois o planeta vermelho tem condições de clima inviáveis para a permanência humana. Nas condições atuais, um estabelecimento lá seria impraticável, pois as plantas morrem em temperaturas tão baixas, levando a complicações na produção de alimentos que teria de ser feita em locais fechados e aquecidos. O ciclo da água também não poderia acontecer, pois não há calor suficiente para que a água esteja em estado líquido. Além disso, o corpo humano também não foi feito para sobreviver em condições tão extremas assim. Por todos esses motivos, para ser estabelecido um ecossistema saudável que possa suportar a vida, seria necessário que a temperatura marciana fosse mais elevada. (CANDANOSA, 2017)

Atualmente, essa temperatura varia de –125 °C para a máxima de 22 °C e assim o ideal para a migração no planeta seria achar alguma forma de esquentá-lo. A principal ideia para aumentar a temperatura média em Marte seria descongelar a alta quantidade de CO_2 presente em seus polos e provocar um efeito estufa que aqueceria o planeta. O efeito estufa é um processo natural que aquece planetas, nele uma parte da luz solar que chega na Terra fica retida dentro do planeta por conta de gases que acabam “prendendo” o calor, o refletindo de volta para a superfície do planeta. Com a

liberação de gases de efeito estufa como o CO_2 na atmosfera, estes irão conter o calor e deixar o planeta com uma temperatura média que possa sustentar a vida humana. Desta forma, o descongelamento dos polos de Marte faria com que o gelo que contém o dióxido (como visível na Imagem 4) de carbono preso evaporasse, aumentando assim a concentração de CO_2 na atmosfera. Também resultaria no aumento da pressão atmosférica. (JUNGES, 2018)

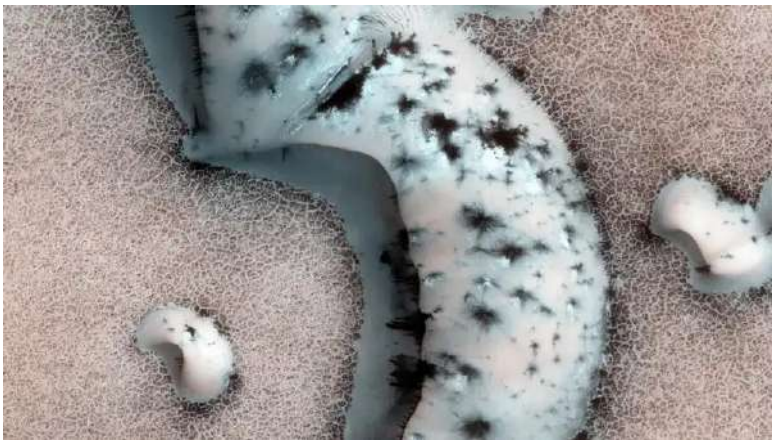


Imagem 4: Capa de gelo polar marciana com bolsos escuros de dióxido de carbono preso. (BURROWS, 2019)

Para isso ocorrer, surgiram vários métodos que visam provocar o descongelamento das calotas polares marcianas. Uma ideia muito discutida na atualidade é o uso de muitas bombas atômicas para descongelar o dióxido de carbono, no entanto seria necessário um grande número de ogivas para liberar todo esse CO_2 e a radiação deixada com o levantamento de uma grande quantidade de poeira poderiam tornar os polos inabitáveis. Outra possibilidade é desviar a rota de cometas para os polos marcianos, o que não deixaria radiação e possivelmente liberaria grandes quantidades de água e CO_2, compostos que geralmente são presentes nesses asteroides. Ainda sim é necessário ter consciência de que desviar um cometa é uma tarefa difícil, que ainda requer muita pesquisa e avanço por parte das estações espaciais que conduziriam essa missão. Uma ideia levantada também foi a introdução de satélites com painéis refletores na atmosfera marciana para refletir a luz solar e aquecer a superfície. (FOGG, 1989; GERSTELL *et al.*, 2001; JAKOSKY *et al.*, SD)

Mesmo com o descongelamento das calotas polares marcianas, todo o CO_2 liberado ainda não seria suficiente para provocar um aquecimento relevante no

planeta (FOGG, 1989). Para isso, seria necessária a introdução de compostos mais potentes na atmosfera de Marte no sentido que poderiam causar um efeito estufa maior e aumentar a temperatura do planeta de forma significativa (GERSTELL *et al*., 2001).

Um método possível seria a exportação de super gases de efeito estufa, como é explicado no artigo "**Keeping Mars warm with new super greenhouse gases**" apontando que clorofluorcarbonetos (CFCs) e outros compostos de flúor poderiam potencializar um efeito estufa no planeta (GERSTELL *et al*., 2001).

No entanto, a produção dos CFCs seria feita na Terra para uma exportação posterior, correndo altos riscos de haver destruição da camada de ozônio caso ocorram acidentes ou vazamentos. Isso pois os clorofluorcarbonetos conseguem destruir as moléculas de ozônio e impedir sua formação, sendo o principal risco nesse processo.

Outro método estudado é a inserção de uma fina camada de aerogel de sílica que irá transmitir uma luz suficiente para fotossíntese, bloquear raios UVs e o mais importante, aumentará a temperatura da região abaixo da camada, como é mostrado em "**Enabling Martian habitability with silica aerogel via the solid-stage greenhouse effect**". (WORDSWORTH, SD)

Levando em consideração tudo que foi discutido, a pergunta de pesquisa que o grupo se propõe a investigar é: a quantidade de dióxido de carbono em um ambiente pode influenciar em sua temperatura?

Objetivos

Objetivo geral: estudar a teoria e simulação do efeito estufa aplicado em Marte para aumento da temperatura, tornando-o mais habitável.

Objetivos específicos:

- Investigar teoricamente os métodos para aquecimento de um planeta por meio do efeito estufa.
- Observar a importância desse processo para a terraformação do planeta vermelho.
- Realizar uma reação química para a produção de gás carbônico.
- Investigar experimentalmente a relação entre a quantidade de gás carbônico presente em um sistema fechado e a temperatura.

- Analisar, como uma simulação e com apoio da base teórica e do experimento feito, a possibilidade de se aplicar um efeito estufa no planeta Marte.

Materiais e Método

Para testar os efeitos do CO_2 em ambientes fechados e as propriedades do efeito estufa, foi realizado um experimento utilizando os seguintes materiais: equipamentos para obtenção de gás carbônico (1 funil de separação e 2 kitassatos), vinagre, bicarbonato de sódio, 1 sensor de temperatura, 1 termômetro e duas lâmpadas 250V. Utilizando um funil de separação e um kitassato, foi feita uma reação química entre uma certa quantidade de vinagre (que contém ácido acético) e bicarbonato de sódio. Esta reação produziu CO_2, que foi conduzido, por meio de uma mangueira, até um segundo kitassato fechado por uma rolha com um termômetro comum e um sensor térmico encrustados. O kitassato com CO_2 foi exposto a 30 cm de distância de duas lâmpadas por 10 minutos, e depois ambas as fontes de luz foram apagadas por 10 minutos.

No final do experimento, os dados da temperatura foram coletados e os resultados comparados com o controle (em que as condições de temperatura foram medidas sem adição de CO_2, além do já presente na atmosfera), para as observações das propriedades de retenção de calor do gás carbônico e sobre o efeito estufa.

Resultados e Discussão

Os experimentos realizados entendiam compreender as propriedades dos gases causadores de efeito estufa e confirmar o potencial do CO_2 para reter temperatura em um ambiente isolado.

Imagem 5: Montagem do experimento (autoria própria, 2022).

No experimento controle, feito sem a realização da reação química para produzir CO_2, o objetivo era registrar a capacidade para reter a temperatura apenas do ar atmosférico no ambiente isolado. Como mostra a imagem 6, em uma temperatura inicial do ambiente 25,5°C, após 10 minutos de aquecimento a temperatura interna atingiu 40,4°C e após 10 minutos de resfriamento a temperatura interna atingiu 30°C, tendo dissipado 10,4°C no processo.

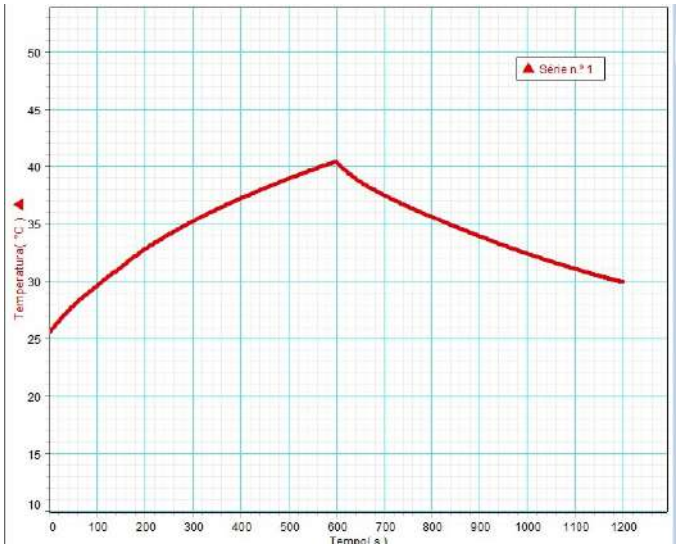


Imagem 6: Gráfico de aquecimento e resfriamento do controle (autoria própria, 2022).

Agora com a adição dos reagentes para formar CO_2, no Experimento 1 foi usado 1,5g de bicarbonato de sódio e 40g de vinagre. Como mostra a imagem 7, em

uma temperatura inicial do ambiente 26°C, após 10 minutos de aquecimento a temperatura interna atingiu 42,5°C e após 10 minutos de resfriamento a temperatura interna atingiu 31°C, tendo dissipado 11°C no processo.

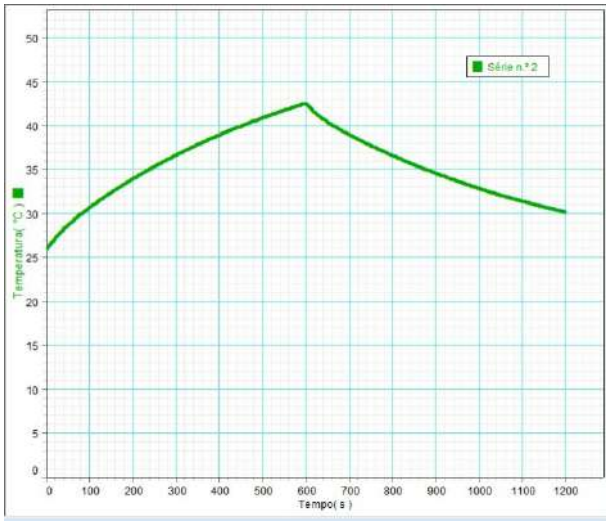


Imagem 7: Gráfico de aquecimento e resfriamento do experimento 1 (autoria própria, 2022).

No Experimento 2 foram usados 8g de bicarbonato de sódio e 50g de vinagre. Como mostra a imagem 8, em uma temperatura inicial do ambiente 23°C, após 10 minutos de aquecimento a temperatura interna atingiu 39,2°C e após 10 minutos de resfriamento a temperatura interna atingiu 28,7°C, tendo dissipado 10,5°C no processo.

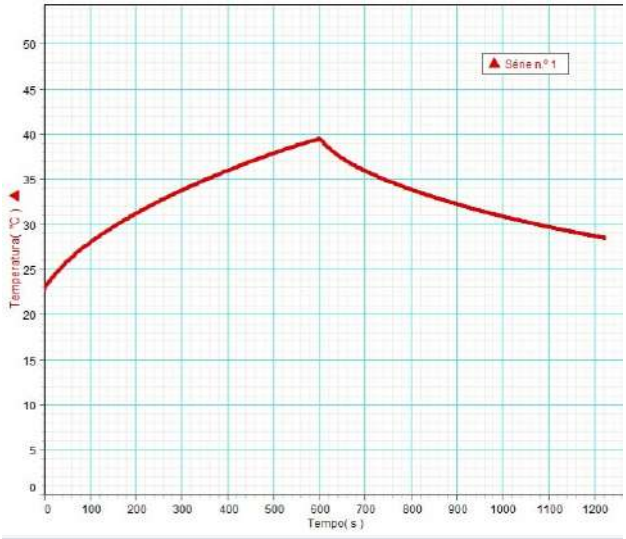


Imagem 8: Gráfico de aquecimento e resfriamento do experimento 2 (autoria própria, 2022).

No Experimento 3 foram usados 20g de bicarbonato de sódio e 60g de vinagre. Como mostra a imagem 9, em uma temperatura inicial do ambiente 22°C, após 10 minutos de aquecimento a temperatura interna atingiu 43°C e após 10 minutos de

resfriamento a temperatura interna atingiu 30,8°C, tendo dissipado 12,8°C no processo.

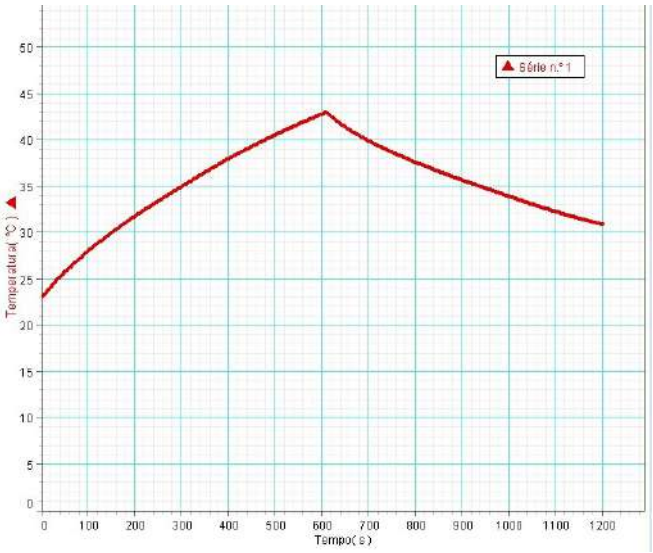


Imagem 9: Gráfico de aquecimento e resfriamento do experimento 3 (autoria própria, 2022).

No Experimento 4 foram usados 30g de bicarbonato de sódio e 60g de vinagre. Como mostra a imagem 10, em uma temperatura inicial do ambiente 20°C, após 10 minutos de aquecimento a temperatura interna atingiu 42°C e após 10 minutos de resfriamento a temperatura interna atingiu 30,5°C, tendo dissipado 11,5°C no processo.

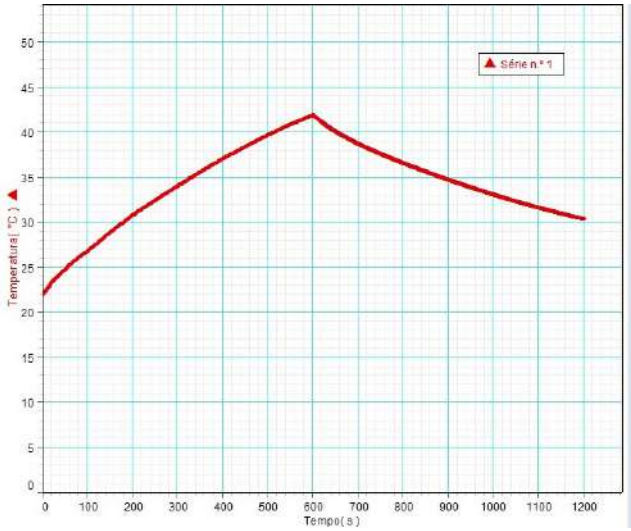


Imagem 10: Gráfico de aquecimento e resfriamento do experimento 4 (autoria própria, 2022)

No Experimento 5 foram usados 40g de bicarbonato de sódio e 120g de vinagre. Como mostra a imagem 11, em uma temperatura inicial do ambiente 24,8°C, após 10 minutos de aquecimento a temperatura interna atingiu 42,4°C e após 10

minutos de resfriamento a temperatura interna atingiu 32°C, tendo dissipado 10,4°C no processo.

(possível vazamento)

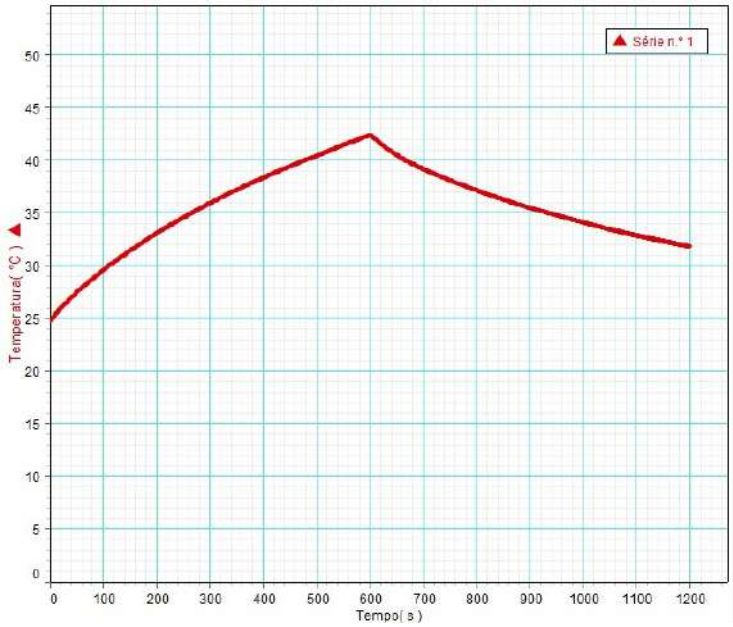


Imagem 11: Gráfico de aquecimento e resfriamento do experimento 5 (autoria própria, 2022).

Abaixo segue uma tabela com todos os dados mais importantes adquiridos dos 6 experimentos realizados:

	Temperatura inicial	**Temperatura máxima atingida após aquecimento**	**Variação de temperatura no aquecimento**	**Temperatura final após experimento**	**Temperatura Dissipada**
Controle	25,5°C	40,4°C	14,9°C	30°C	10,4°C
Experimento 1	26°C	42,5°C	16,5°C	31°C	11°C
Experimento 2	23°C	39,2°C	16,2°C	28,7°C	10,5°C
Experimento 3	22°C	43°C	21°C	30,8°C	12,8°C
Experimento 4	20°C	42°C	22°C	30,5°C	11,5°C
Experimento 5	24,8°C	42,4°C	17,6°C	32°C	10,4°C

Discussão

Foi evidenciado nos experimentos realizados que o CO_2 tem a capacidade de reter a temperatura absorvida em um ambiente fechado, como visível nas imagens de 6 a 11, com maior destaque à imagem 10, a qual tinha maior quantidade de gás carbônico que o controle e temperatura inicial menor (5,5 ºC a menos que o controle). Essa baixa temperatura inicial foi causada por um dia frio, assim o experimento deveria esfriar rápido. No entanto, foi um dos experimentos que menos dissipou calor ao longo de 10 minutos.

Visando provocar um aquecimento em larga escala em Marte, pensa-se que as futuras gerações podem considerar a adição de grandes quantidades de gás carbônico e outros gases geradores do efeito estufa na atmosfera do planeta. No entanto, como explicado no artigo "**Keeping Mars warm with new super greenhouse gases**" (GERSTELL *et al*., 2001), em baixas quantidades o gás carbônico tem um potencial para reter temperaturas relativamente baixo, em comparação com os outros gases de efeito estufa apresentados. Os experimentos demonstraram que é necessário ter grandes quantidades de CO_2 para causar um aquecimento significativo, como foi visto nos experimentos 1 (imagem 7) e no experimento 2 (imagem 8), onde com a adição de uma quantidade muito baixa, 6,5g bicarbonato de sódio, a reação teve uma diferença mínima, de 0,5°C.

Com a análise dos dados e juntamente da explicação no artigo protagonizado por Gerstell, uma opção para aquecer a atmosfera marciana seria exportar gases de efeito estufa, que seriam produzidos na Terra. Compostos como os clorofluorcarbonetos (CFCs) têm um potencial de aquecimento muito elevado e poderiam ser levados a Marte e liberados em sua atmosfera, em oposição à ideia de descongelar as grandes quantidades de CO_2 presentes nos polos marcianos. Em comparação aos clorofluorcarbonetos, o gás carbônico teria um impacto muito menor. No entanto, vale ressaltar que os CFCs são altamente problemáticos para a camada de ozônio da Terra, e se não manuseados com extrema cautela, poderiam levar à destruição da camada de ozônio terrestre e gerar consequências desastrosas, assim tal gás não seria uma opção viável.

Conclusão

Por tudo que foi exposto, pode se concluir que os objetivos do projeto foram atingidos, à medida em que foi possível desenvolver um melhor entendimento das características de gases de efeito estufa e identificar e compreender as principais hipóteses para resolver o problema da baixa temperatura em Marte.

Referências

- [1] PITT, A. **TERRAFORMING AND ITS POTENTIAL FUTURE APPLICATION ON MARS**. Disponível em: <https://digitalrepository.wheatoncollege.edu/bitstream/handle/11040/24000/bio401_2015_pitt_andrew.pdf?sequence=1 > Acessado em: 13/04/2022
- [2] Disponível em: <https://www.nytimes.com/2022/01/02/science/jim-green-nasa-mars.html> Acessado em: 13/04/2022
- [3] BAMFORD R., KELLET B., GREEN J., DONG C., AIRAPETIAN V., BINGHAM R. **How to create an artificial magnetosphere for Mars.** Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576521005099> Acessado em: 14/03/2022
- [4] Kursgesagt – in a nutshell. **COULD SOLAR STORMS DESTROY CIVILIZATION? SOLAR FLARES AND CORONAL MASS.** Imagem 1: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oHHSSJDJ4oo> Acessado em: 25/03/2022
- [5] CANDANOSA R. **Growing green on the red planet.** Disponível em: <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/resources/highschool/chemmatters/issues/2016-2017/April%202017/chemmatters-april2017-mars.pdf> Acessado em: 17/03/2022
- [6] STROMBERG, J. **IS MARTIAN SOIL ACTUALLY GOOD FOR FARMING?.** Disponível em: <https://www.vox.com/2014/9/20/6532299/mars-farming-soil>. Acessado em: 25/03/2022
- [7] FOGG M. **THE CREATION OF AN ARTIFICIAL DENSE MARTIAN ATMOSPHERE: A MAJOR OBSTACLE TO THE TERRAFORMING OF MARS.** Disponível em: <https://www.academia.edu/4166892/The_Creation_of_an_Artificial_Dense_Martian_Atmosphere_A_major_Obstacle_to_the_Terraforming_of_Mars> Acessado em: 16/03/2022
- [8] **Atmosphere.** Disponível em: <https://marsed.asu.edu/mep/atmosphere> Acessado em: 18/03/2022

- [9] STENSMANN B. **Problemas fisiológicos de ambientes incomuns: Atividades espaciais e Submarinas.** Disponível em: <https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mef004/20021/Berenice/sangue.html> Acessado em: 18/03/2022
- [10] **Limite de Armstrong.** Disponível em: <https://stringfixer.com/pt/Armstrong_limit> Acessado em: 18/03/2022
- [11] ESA. **COMPARING THE ATMOSPHERES OF MARS AND EARTH**. Disponível em: <https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2018/04/Comparing_the_atmospheres_of_Mars_and_Earth> Acessado em: 25/03/2022
- [12] JUNGES A. **EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL A PARTIR DA FÍSICA PARA EDUCAÇÃO BÁSICA.** <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID531/v13_n5_a2018.pdf> Acessado em: 17/03/2022
- [13] BURROWS, L. **A MATERIAL WAY TO MAKE MARS HABITABLE. Disponível** em: <https://www.seas.harvard.edu/news/2019/07/material-way-make-mars-habitable> Acessado em: 25/03/2022
- [14] GERSTELL M., FRANCISCO F., YUNG Y., BOXE C., AALTONEE E. **Keeping Mars warm with new super greenhouse gases.** Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.051511598> Acessado em: 13/03/2022
- [15] JAKOSKY B., EDWARDS C. **CAN MARS BE TERRAFORMED?** Disponível em: <https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2017/pdf/1193.pdf> Acessado em: 19/03/2022
- [16] WORDSWORTH R., KERBER L., COCKELL C. **ENABLING MARTIAN HABITABILITY WITH SILICA AEROGEL VIA THE SOLID-STATE GREENHOUSE EFFECT.** Disponível em: <https://www.hou.usra.edu/meetings/ninthmars2019/pdf/6192.pdf> Acessado em: 22/03/2022
- Imagens 5 a 11: Autoria do grupo.

A solução da recuperação

André Cimerman, Felipe Aun, Gabriel Ribas, João Pedro Sá
Professoras orientadoras: Lílian Siqueira e Fernanda Lorena
Colégio Bandeirantes

Resumo

Atletas precisam de recuperação muscular, e para isso existem vários métodos, mas o mais comum é o uso do frio para trabalhar e acelerar o processo de recuperação dos músculos. O objetivo do projeto era criar uma bolsa térmica instantânea para ajudar os atletas. E para isso foram realizados experimentos com diferentes substâncias como acetato de sódio e uréia com água para causar um efeito imediato e causar sensação de frio aos músculos, acelerando assim a recuperação de seus músculos. O resultado mais frio quando aplicado foi misturar tanto a uréia quanto o acetato de sódio com água, e eles confirmaram que a melhor opção era usar os dois, para que a temperatura fosse adequada e boa para os músculos. Em conclusão, os resultados foram adequados e ajudaram a comprovar que é possível fazer uma bolsa térmica instantânea e fria. Ainda há maneiras de continuar e melhorar ainda mais o projeto, algumas outras substâncias não tóxicas podem ser testadas e ter o mesmo resultado ou até melhor.

Palavras-chave: Músculos; bolsa térmica; temperatura; substâncias.

Abstract

Athletes need to muscles recovery, and for that, there are various methods, but the most common one is the use of cold to work and accelerate the recovery process of the muscles. The goal of the project was to create an instant thermal bag to help athletes. And for that experiments were conducted with different substances like sodium acetate and urea with water to immediately cause an effect and cause a cold sensation to the muscles, accelerating the recovery of their muscles. The coldest when applied result obtained was mixing both the urea and the sodium acetate with water,

and they confirmed that the best option was to use both, so that the temperature is adequate and good for the muscles. In conclusion, the results were adequate and helped to prove that it is possible to make an instant, cold thermal bag. There are still ways to continue and improve even more the project, some other non-toxic substances could be tested and have the same or an even better result.

Keywords: Muscles; thermal bag; temperature; substances.

Introdução

A medicina esportiva é a parte da medicina aplicada para atletas de alto rendimento, ou seja, atletas que treinam diariamente e precisam desse auxílio especial. Sua importância é mais voltada para o tratamento de lesões e também para prevenir as mesmas. Na área esportiva de alto rendimento, uma das partes cruciais é o tratamento das lesões, pois estas além de serem um dos maiores medos dos atletas, podem prejudicar o seu desempenho físico, mesmo depois de se recuperarem (SILVA et al., 2013; SANCHES, 2010).

Uma das partes mais importantes do tratamento das lesões é o psicológico do atleta. Essa área do psicológico é uma área muito delicada, que tem que ser cuidada com muita atenção, pois uma simples lesão pode acabar gerando problemas para a cabeça do atleta, acabando assim com seu trabalho além de que se o atleta for jovem, pode terminar com sua carreira inteira e se o atleta for mais experiente pode acabar com o final de sua carreira (SANCHES, 2010).

A parte psicológica dos atletas de alto rendimento é muito importante também na parte da recuperação das lesões. Esses músculos não totalmente recuperados, podem acabar facilitando o atleta a ter outras lesões na mesma região ou até ter a mesma lesão de antes. E várias dessas repetidas lesões acabam fazendo o atleta desanimar e desistir da carreira.

A medicina esportiva tem como um dos pilares a preparação física, abordando especificamente os esportes que possuem competições constantes durante o ano, que vêm evoluindo junto com a parte física, nesses esportes houve uma evolução muito significativa, por exemplo, nas décadas de 70 a 80, a parte física não tinha tanta as atenções dos atletas, o que mais se destacava era a técnica dos jogadores, então naturalmente era menos preocupante a parte física dos mesmos, na década de 90 a

2000 teve um upgrade grande na preparação física mas ainda assim o que mais se destacava no jogo era a qualidade e a técnica dos jogadores. A partir de 2010 isso muda, a parte física começa a ser um tópico muito mais importante, deixando claro que vários atletas com físico melhor, estavam se tornando mais cada vez mais importantes e mais protagonistas, em seus respectivos esportes. Avaliando essa nova filosofia do esporte, os clubes começaram a formatar projetos de centros de treinamento esportivo, equipados com profissionais e com equipamentos qualificados, mas a partir de 2015 isso muda totalmente, a parte física até mais importante do que a qualidade do jogador, se exige muito mais do jogador fisicamente do que na técnica, o futebol se torna físico (SANCHES M. B. 2010).

Local	Tipologia	Incidência
Tornozelo	Entorse	46
Tornozelo	Ligamentar	05
Tornozelo	Tendinite	01
Tornozelo	Fratura	01
Joelho	Entorse	06
Joelho	Tendinite	05
Joelho	Ligamentar	04
Joelho	Patela	03
Joelho	Menisco	02
Joelho	Fratura	01
Coxa	Lesão muscular	05
Virilha	Lesão Muscular	03
Canela	Fratura	01
Perna	Lesão muscular	01
Pé	Contusão	01
Quadril	Lesão Muscular	01
Tendão do Calcâneo	Inflamação	01
Total		87

Figura 1: Incidência do acontecimento de lesões musculares
(VIGNOCHI, 2010)

O experimento consistiu em analisar os dados coletados de um time de basquete feminino, após coletar os dados, analisaram e concluíram que as equipes com mais jogos tiveram o menor rendimento, muito isso pelo fato de não conseguirem ter um tempo de recuperação necessária para recuperar seus jogadores, já os times europeus com mais tempo de descanso e um calendário bem mais desenvolvido, tiveram um rendimento muito superior. (SANCHES, 2010)

Há vários métodos para acelerar a recuperação de lesões, por exemplo a crioterapia, ou seja, tratamento com gelo, o contraste quente-frio e a massagem, todos os métodos podem funcionar dependendo do indivíduo testado (SILVA et al., 2013)

Número de atletas com lesões	Número de atletas com incidência de lesões	Número de atletas com incidência lesões de membros inferiores	Número de atletas com reincidência lesões de membros inferiores	Número de lesões de membros inferiores	Número de lesões de membros inferiores reincidentes	Número de participantes
18	68	64	26	87	29	86

Figura 2: Experimento comparando o número de lesões dos membros inferiores (perna, pé, joelho e tornozelo) (VIGNOCHI, 2010)

Um dos métodos mais conhecidos por atletas é a crioterapia, tendo muitos métodos de execução, como uma piscina de gelo, bolsa térmica e o próprio gelo, esse método vem sendo cada dia mais utilizado e por isso um novo método mais inovador e acessível deve ser criado, para auxiliar na recuperação dos atletas.

Uma das maneiras de produção de bolsa térmica é por meio do conceito de dissolução endotérmica ou exotérmica, a primeira sendo possível para bolsas frias e a segunda sendo para as bolsas quentes (BARROS, 2009).

A dissolução exotérmica ocorre quando, em um fenômeno, se tem a liberação de energia, enquanto a dissolução endotérmica absorve energia para ocorrer.

Com base no que foi exposto, a pergunta de pesquisa do projeto é:

É possível prototipar uma bolsa térmica instantânea?

Objetivos

Objetivo geral: Criar um protótipo de uma bolsa térmica instantânea.

Objetivos específicos

- Estudar um fenômeno que produza sensação fria/quente suficiente para ser utilizado na bolsa térmica;
- Encontrar reagentes seguros e acessíveis para participar da bolsa e dos fenômenos;
- Testar os fenômenos que passaram pela análise;

- Analisar todas os fenômenos para ver qual é o mais usável;
- Planejar e construir o protótipo da bolsa;
- Procurar produtos para que a bolsa seja reutilizável;
- Fazer com que a bolsa seja fácil de ser utilizada.

Materiais e Método

Parte 1:

Foram feitos testes de dissolução dos sólidos em água com monitoramento de temperatura.

Foram realizados testes de dissolução de diferentes sólidos em água, para investigar quais deles poderiam ser usados para a confecção da bolsa térmica.

Nos diferentes testes, foram variados a quantidade do sólido ou da água, procedendo-se da seguinte forma:

Em um béquer, dissolveu-se uma certa quantidade de um sólido em água, monitorando-se a dissolução com um sensor de temperatura.

Parte 2:

Foi feita uma bolsa de plástico, constituída por 2 sacos.

Em um sado foi colocada a água e do outro foi colocado o sólido

Quando torcida, a bolsa permitiu que os reagentes se encontrem e deste modo desencadeou o fenômeno da dissolução.

Resultados e Discussão

A tabela a seguir apresenta os dados que foram coletados na parte 1 do experimento do projeto.

Os dados constam em variação de temperatura:

	Proporção/ variação de temperatura (ºC)	**Proporção/ variação de temperatura (ºC)**	**Proporção/ variação de temperatura (ºC)**	**Proporção/ variação de temperatura (ºC)**	**Proporção/ variação de temperatura (ºC)**	**Proporção/ variação de temperatura (ºC)**
Substâncias	5,1g/5,1ml	23,5g /47ml de água	6g de ureia /60ml de água	15,8g de ureia /15ml água	21,6g de ureia /20ml de água	21,6g ureia/20ml/Xg acetato de sódio
H_2O + $NaCH_3OO$ (acetato de sódio)	-13,2	-12,3	X	X	X	X
H_2O + CH_4N_2O (ureia)	X	X	-3,5	-17,5	-18,4	X
H_2O + CH_4N_2O (ureia) + $NaCH_3OO$ (acetato de sódio)	X	X	X	X	X	-19,7

Com os resultados obtidos, foi percebido que a ureia (CH_4N_2O) é a substância que, quando misturada pura só com a água, faz a temperatura da solução diminuir mais. Com esses resultados foi decidido que a ureia seria usada, junto com o acetato de sódio para a solução que fará parte da bolsa térmica que, que funcionará de forma para gelar e assim relaxar os músculos do corpo. Apesar de conseguir funcionar sozinha com água, a ureia quando junto com o acetato de sódio causa uma diminuição de temperatura maior do que quando a ureia misturava como único soluto da água e mais do que quando o acetato misturava como único soluto da água.

Para fazer a parte 2 do projeto foi feito um protótipo de bolsa utilizando dois sacos plásticos, um sendo rasgado e o outro não. Para fazer o experimento na bolsa o saco furado foi usado dentro do saco que não estava furado, assim dando controle para usar e decidir o momento em que acontecerá o fenômeno.

Figura 3: a figura demonstra o protótipo da bolsa com as substâncias em um saco menor antes de serem misturados com a água (Autoria do grupo)

A bolsa mostrou-se parcialmente eficiente, uma vez que, apesar de ser possível a mistura da água com os reagentes com a diminuição da temperatura, ainda é possível elaborar um protótipo com um método de encontro das substâncias mais eficaz.

Conclusão

A bolsa mostrou-se parcialmente eficiente, uma vez que, apesar de a mistura da água com os reagentes ter gerado uma significante diminuição da temperatura, ainda é possível elaborar um protótipo com um método de encontro das substâncias mais eficaz, assim fazendo também a durabilidade da baixa temperatura ser maior, resultando na melhora da qualidade da bolsa.

Referências

- VIGNOCHI, N. **Lesões de membros inferiores em atletas de basquetebol feminino: a reincidência e suas causas**. 11, 2010. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4923326.pdf>. Acesso em: 15 de mar. 2022.
- SILVA, L. P. O. D., OLIVEIRA, M. F. M. D., & CAPUTO, F. **Métodos de recuperação pós-exercício**. *Revista da Educação Física/UEM*, *n. 3 v. 24*, p. 489-508, 2013 Disponível em: < https://www.scielo.br/j/refuem/a/v8Z3967sNhGLjCqsmCwr4kg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 mar. 2022.
- SANCHES, Matheus Buratti. **A recuperação psicológica de atletas lesionados do futebol.** 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/120938/sanches_mb_tcc_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y >. Acesso em: 11 mar. 2022.
- BARROS, H. L. C**. Processos Endotérmicos e Exotérmicos: Uma Visão Atômico-Molecular**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4621766/mod_resource/content/2/extra-termoquimica.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2022.
- Figura 3 - autoria do grupo