CEETEPS – CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
“PAULA SOUZA”
ETEC PROF. BASILIDES DE GODOY

Brian Consatti Longo
Guilherme R. S. F. Ribeiro
Gustavo Gama de Lima
Gustavo Ramos dos Santos
Henrique Fonseca dos S. Bruna

TREM ELETROMAGNÉTICO

São Paulo
2024

Brian Consatti Longo
Guilherme R. R. S. F. Ribeiro
Gustavo Gama de Lima
Gustavo Ramos dos Santos
Henrique Fonseca dos S. Bruna

TREM ELETROMAGNÉTICO

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da ETEC Professor Basilides de Godoy, orientado pelo Prof.Ivan, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Mecatrônica.

São Paulo
2024

FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Etec Professor Basilides de Godoy -CEETEPS Dados Internacionais de Catalogação na fonte

LONGO, Brian Consatti

Trem eletromagnético. / Brian Consatti LONGO, Guilherme Rio Silveira Ferreira RIBEIRO, Gustavo Gama de LIMA, Gustavo Ramos dos SANTOS, Henrique Fonseca dos Santos BRUNA. – São Paulo, 2024.

34f.

Monografia. Trabalho de Conclusão do Curso Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em Mecatrônica. - - Etec Professor Basilides de Godoy – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Orientador: Prof. Esp. Ivan Vieira Gama

1. Maglev. 2.Trem. 3. Eletromagnetismo. 4. Levitação. 5. Transporte.. I. LONGO, Brian Consatti, II. RIBEIRO, Guilherme Rio Silveira Ferreira, III. LIMA, Gustavo Gama de, IV. SANTOS, Gustavo Ramos dos, V. BRUNA, Henrique Fonseca dos Santos, VI. GAMA, Ivan Vieira, VII. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Etec Professor Basilides de Godoy.

CDD 629 L856tr

Elaborada por Rogéria Maura Schimojo – Bibliotecária – CRB-8/10368

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo explicar o funcionamento dos trens de levitação magnética (MAGLEV) e demonstrar seus princípios na prática através de uma maquete. A pesquisa inicia-se com uma introdução aos conceitos fundamentais da levitação magnética, detalhando as forças eletromagnéticas que permitem que os trens flutuem acima dos trilhos, eliminando o atrito e possibilitando velocidades significativamente superiores às dos trens convencionais e detalhando o conceito de eletroímãs. A partir da teoria, o projeto avança para a construção de uma maquete, que servirá como uma representação visual e prática dos princípios estudados. Na maquete, serão utilizados ímãs e elementos de controle para simular o funcionamento de um trem MAGLEV, permitindo a observação direta dos efeitos da levitação e da propulsão magnética. Além de proporcionar uma experiência interativa, a maquete facilitará a compreensão dos mecanismos envolvidos, contribuindo para a educação sobre inovações no transporte. O trabalho destaca ainda as vantagens dos trens MAGLEV, como eficiência energética e menor impacto ambiental, enfatizando sua relevância para o futuro do transporte sustentável.

Palavras-chave: Trem. Maglev. Conceitos. Levitação. Propulsão. Maquete. Vantagens. Futuro.

ABSTRACT

This work aims to explain the operation of magnetic levitation trains (MAGLEV) and demonstrate its principles in practice through a model. The research begins with an introduction to the fundamental concepts of magnetic levitation, detailing the electromagnetic forces that allow trains to float above the tracks, eliminating friction and enabling speeds significantly superior to those of conventional trains and detailing the concept of electromagnets. From the theory, the project advances to the construction of a model, which will serve as a visual and practical representation of the principles studied. In the model, magnets and control elements will be used to simulate the operation of a MAGLEV train, allowing direct observation of the effects of levitation and magnetic propulsion. In addition to providing an interactive experience, the model will facilitate the understanding of the mechanisms involved, contributing to education about innovations in transportation. The work also highlights the advantages of MAGLEV trains, such as energy efficiency and lower environmental impact, emphasizing their relevance for the future of sustainable transport.

Keywords: Train. Maglev. Concepts. Levitation. Propulsion. Model. Advantages. Future.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO11**1.1 Definição do problema** 14**1.2 OBJETIVOS**15**1.2.1 Objetivo geral** 15**1.2.2 Objetivos específicos** 15**2. TREM MAGLEV**16**2.1 O que são eletroímãs?** 17**2.2 Tipos de levitação**17**2.2.1 Levitação Eletromagnética (EML)** 17**2.2.2 Levitação Eletrodinâmica**18**2.2.3 Levitação supercondutora** 19**3.PROPULSÃO ELETROMAGNÉTICA** 22**4. VANTAGENS** 23**5.O PROJETO** 24**3.1 Primeiras ideiasErro! Indicador não definido.3.2 Pesquisa de mercado 20**

3.3 Tabela de preçosErro! Indicador não definido.6. CONSTRUÇÃO DA MAQUETE 26

4.1 Corte das madeiras30**4.2 Juntando as peças** 32**4.2.1 Desenhos técnicos da base** 33**7. FEIRA CULTURAL** 34**8. PROPULSÃO DO TREM** 35**9. CONCLUSÃOErro! Indicador não definido.Referências 34**

INTRODUÇÃO

Durante as aulas de Planejamento e Desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso (PDTCC) a sala foi orientada a fazer um projeto de acordo com as aulas apresentadas, os alunos do 3º B Mecatrônica da ETEC Professor Basilides de Godoy, discutiram qual tema seria abordado neste trabalho e chegaram em muitas ideias, como uma chocadeira automática por exemplo, porém ao final decidiram que iriam falar sobre trens eletromagnéticos.

Logo após a decisão do projeto, os alunos foram orientados a fazer uma pesquisa de mercado para coletar e analisar dados sobre o assunto. O grupo percebeu que mais da metade das pessoas que responderam não sabem o que é um

trem eletromagnético e cerca de 85% não têm conhecimento sobre o seu funcionamento. Sabendo disso, após a coleta de dados o grupo apresentou os dados para o professor responsável para que avaliasse se era viável continuar com o projeto. Com a aprovação do orientador então, iniciaram a construção do trabalho.

O crescimento populacional e a velocidade de comunicação internacional aproximaram as sociedades de todo o mundo nos últimos anos. Esse fenômeno é resultado do avanço tecnológico, que se traduz em novos métodos de comunicação e transporte, melhorando a eficiência no atendimento das necessidades humanas. Um exemplo significativo é a tecnologia de transporte por levitação magnética, conhecida como MagLev, que foi desenvolvida na década de 1960 e tem estimulado pesquisas e aplicações nessa área. Essa tecnologia vem se destacando no mercado, oferecendo oportunidades tanto para o transporte urbano quanto para o transporte de cargas. O sistema MagLev opera de três maneiras distintas: levitação eletrodinâmica (EDL), levitação eletromagnética (EML) e levitação magnética supercondutora (SML). (DOMINGOS, Camilla et al, p.01)

No entanto, há uma série de razões para que os trens de levitação magnética não sejam ainda uma realidade em muitos países, como no Brasil, e um desses fatores é o custo elevado que a implementação da infraestrutura necessária envolve, exigindo investimentos substanciais tanto em tecnologia quanto na construção.
De outra parte, muitos países já contam com sistemas ferroviários tradicionais arraigados, dificultando a transição para o novo trem. Também devem ser mencionadas as dificuldades da regulamentação e as exigências para obter aprovações governamentais, as quais podem retardar a introdução de novos sistemas. A viabilidade econômica depende, ainda, da existência de uma demanda massiva de passageiro, que pode não existir em regiões de baixa densidade populacional. A concorrência com outros modos de transporte, como o rodoviário e o aéreo, e a falta de conhecimento técnico em alguns locais podem ainda ter relevado para o escasso uso da tecnologia dos trens de levitação magnética.

No Estado brasileiro, especificamente na cidade do Rio de Janeiro, um projeto de trem MagLev está sendo desenvolvido pelos professores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) como pode ser visto no trecho da revista “Pesquisa FAPESP” abaixo:

> Brasil dá mais um passo no desenvolvimento de um trem de levitação magnética (maglev). Esses veículos futuristas, ainda raros no mundo, deslocam-se silenciosamente, sem emissão direta de poluentes – são eletrificados –, suspensos a poucos centímetros da via. Até o final do ano, pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) planejam iniciar uma nova fase de testes do primeiro veículo experimental em escala real do mundo dotado da tecnologia de levitação supercondutora (SML). O deslocamento do vagão, com 4,3 metros (m) de comprimento por 2 m de largura e capacidade para 20 passageiros, se dará em uma via elevada de 200 m, suspensa em relação ao solo, entre os Centros de Tecnologia 1 e 2 da UFRJ, na Ilha do Fundão, na capital fluminense. (Pesquisa FAPESP, 2024)

A mesma revista também fala sobre as quantias usadas para fazer esse trem andar por um trecho de apenas 200 metros:

> Realizada em parceria com a Escola Politécnica e o Instituto de Física da mesma universidade, a pesquisa teve início em 1998 (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 157*) e já recebeu cerca de R$ 20 milhões de diversas fontes, entre elas a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Três patentes já foram concedidas pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). (Pesquisa FAPESP, 2024)

1.1 Definição do problema

A instalação de um trem eletromagnético em São Paulo enfrenta uma série de dificuldades que tornam sua implementação desafiadora. Em primeiro lugar, o elevado custo de construção e operação da infraestrutura necessária para viabilizar tal sistema de transporte é um obstáculo importante, ainda mais em uma cidade com orçamento restrito e com problemas em investir, principalmente, em transporte público. Além disso, a complexidade técnica que envolve a tecnologia MagLev pode de alguma forma requerer de profissionais altamente capacitados, os quais podem ser escassos na própria região atendida pelo projeto.

Outro aspecto a ser explorado é a concorrência com os modos de transporte já existentes, como ônibus e metrôs, os quais possuem uma maior teia de integração e são utilizados por um número elevado de passageiros. A necessidade por um novo sistema de transporte deve ser relativamente alta para um investimento em tal tecnologia, considerando que em algumas áreas a densidade populacional não pode suportar essa necessidade.

As dificuldades em regulamentação e aprovação ao projeto representam mais um obstáculo, já que para a implementação de um novo sistema de transporte necessitar-se-ia de diversas licenças e conformidades legais, o que poderia atrasar o andamento do mesmo. Além disso, haveria a necessidade de um planejamento urbano em sintonia com a instalação do referido trem, já que a incorporação do mesmo à infraestrutura existente poderá se tornar uma tarefa complexa na configuração urbana de uma metrópole como São Paulo.

Por último, a aceitação pública e a respeito ao novo sistema se torna essencial, já que muitos cidadãos preferem melhorias nos sistemas existentes ao invés de implementar uma nova tecnologia em certo grau desconhecida. Todos estes aspectos são fatores para que haja dificuldades frente ao desenvolvimento do trem eletromagnético na cidade.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Explicar o funcionamento de um trem MagLev.

1.2.2 Objetivos específicos

- Mostrar um protótipo de um trem eletromagnético;
- Pesquisar sobre o funcionamento do trem;
- Pesquisar sobre o funcionamento dos imãs e eletroímãs;
- Analisar o conhecimento do público sobre o assunto;

1. **TREM MAGLEV**

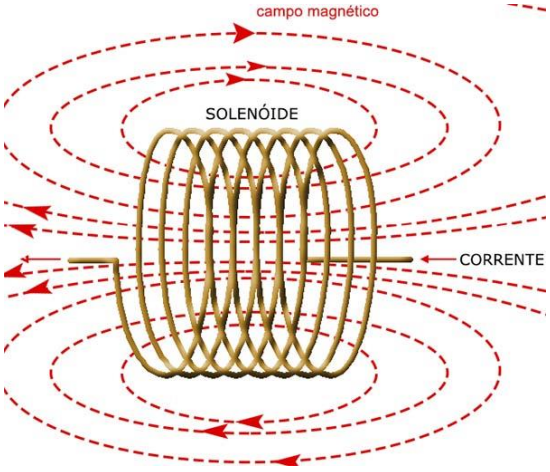
Os estudos sobre transporte ferroviário com levitação remontam há mais de 50 anos. O afastamento do atrito entre rodas e trilhos proporcionado pela levitação permite velocidades superiores a 450 km/h, tornando-a uma tecnologia bastante atrativa para conexões aéreas de médias distâncias. (GOMES, STEPHAN, 2004, p.01)

Atualmente, somente Japão, China e Coreia do Sul estão operando sistemas de veículos MagLev, mas, à parte, pesquisas de desenvolvimento estão sendo realizadas em Alemanha, Estados Unidos, França, Inglaterra, Rússia e Itália. O sistema SML é uma das três tecnologias de levitação magnética promissoras para aplicações em transporte de massa, ao lado da levitação eletrodinâmica e eletromagnética, que já operam. O projeto do MagLev-Cobra, nome do veículo brasileiro, está sendo desenvolvido por professores do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) da UFRJ. (Pesquisa FAPESP, 2024)

2.1 O que são eletroímãs?

Um solenoide, ao ser atravessado por corrente elétrica, gera um campo magnético tanto em seu interior quanto em seu exterior (como ilustrado na figura a). Essa configuração do campo magnético assemelha-se à de um ímã em forma de barra, o que caracteriza o solenoide como um eletroímã, ou seja, um ímã produzido pela corrente elétrica.

Figura 1: Fio condutor enrolado em espiral, formando uma bobina (solenoide).



Fonte: Google

Se os dois objetos carregados estão em repouso, a força magnética é nula e apenas a força elétrica deve ser levada em conta. No entanto, se os objetos estão em movimento, tanto a força elétrica quanto a força magnética devem ser consideradas. Como as forças elétrica e magnética estão interligadas, seus campos também estão, o que nos leva a falar, de forma mais adequada, em campo eletromagnético. O campo magnético criado entre a fita magnética do trem e as fitas que estão na base do projeto é o motivo do trem levitar. (MOREIRA, 2009, p.32)

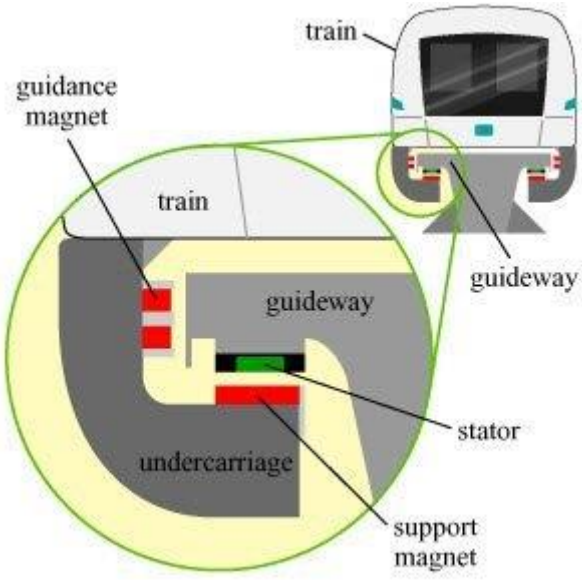
2.2 Tipos de levitação

2.2.1 Levitação Eletromagnética (EML)

Os trens MagLev em funcionamento em Xangai, na China, operam com base na tecnologia eletromagnética. Essa tecnologia é baseada na força de atração gerada pela interação entre um campo magnético proveniente de eletroímãs instalados no veículo e a presença de material ferromagnético nos trilhos. (JUNIOR. MENDONÇA, BRAGANTE, 2023, p.05)

Os eletroímãs que geram um campo magnético encontram-se instalados na parte inferior da estrutura fixa do veículo. Este campo produz um campo magnético na estrutura fixa no solo (o trilho ferromagnético), o que dá origem a uma força de atração que provoca a levitação do veículo. Dessa maneira, a interação entre os trilhos e o veículo se torna nula. A principal limitação deste sistema refere-se ao controle de estabilidade, uma vez que a relação entre a força magnética e a distância confere uma importância crucial; ou seja, quando o veículo se eleva ligeiramente, a força de atração aumenta, consequentemente, em decorrência da proximidade do eletroímã em relação ao trilho ferromagnético. (JUNIOR. MENDONÇA, BRAGANTE, 2023, p.05 e 06)

Figura 1: Ímãs no trem eletromagnético



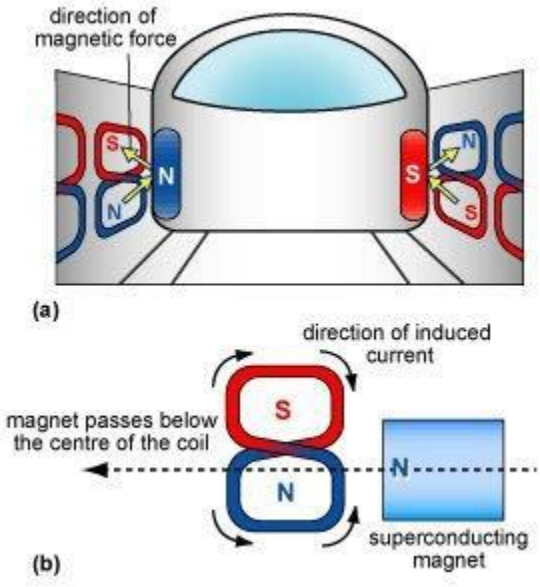
Fonte: Google

2.2.2 Levitação Eletrodinâmica

Nesse sistema de levitação é o trem que é suspenso com ímãs supercondutores, enquanto os trilhos possuem eletroímãs, que criam forças

repulsivas entre si. O sistema de levitação Eletromagnetismo Dinâmico (EDS) é bem mais estável que o de Eletromagnetismo Estático (EMS) em altas velocidades, embora o EDS não permita a levitação quando o trem está parado, e os trens com EDS utilizam rodas e propulsão convencional para iniciar o movimento. Já a partir da velocidade de 100 km/h, os ímãs supercondutores do trem induzem correntes nas bobinas dos trilhos, e estas correntes induzidas fazem com que as bobinas produzam campos magnéticos que guiam e elevam o trem. (STROSKI, Pedro. Maglev: Como funciona? - **Eletrical library,** 29/01/2021)

Figura 2: Trem com tecnologia eletrodinâmica.



Fonte: Google

2.2.3 Levitação supercondutora

Tecnologia desenvolvida pelo Japão. Utiliza eletromagnetos (imãs) no trem e nos trilhos. Alcança as maiores velocidades dentre os três sistemas. Entretanto,

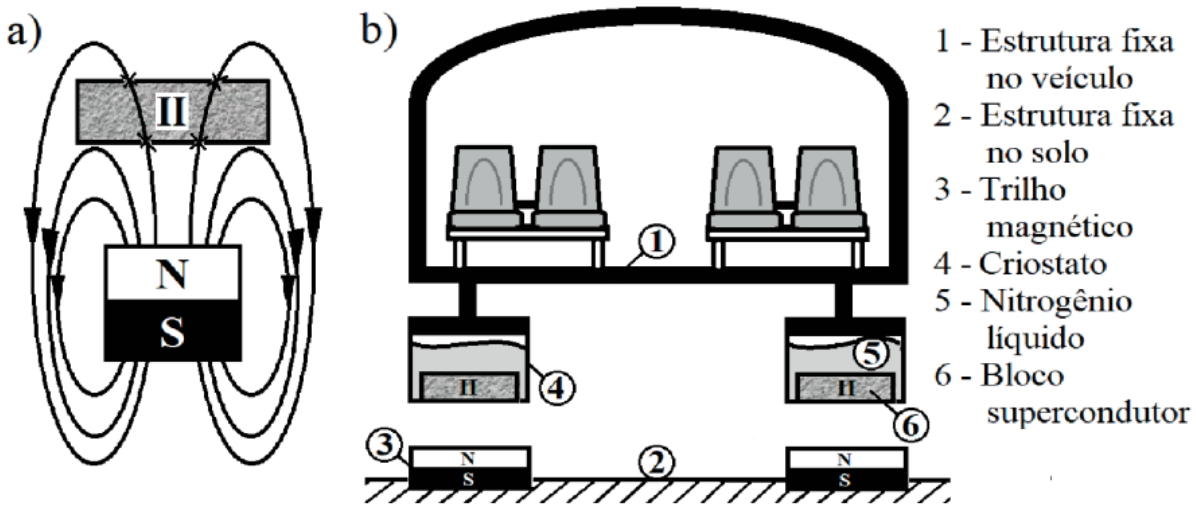
precisa de rodas enquanto o trem acelera e ainda está com velocidade baixa. É necessário resfriar as bobinas responsáveis pelo campo magnético nos trilhos. (DELECAVE, Bruno. Três formas de levitar - **Invivo**, 29/11/2021)

O projeto de trem MagLev que está sendo feito em Rio de Janeiro por pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) terá esse tipo de tecnologia nos trilhos.

Figura 3: Levitação supercondutora.

Fonte: Google

Figura 4: Trem com tecnologia supercondutora.



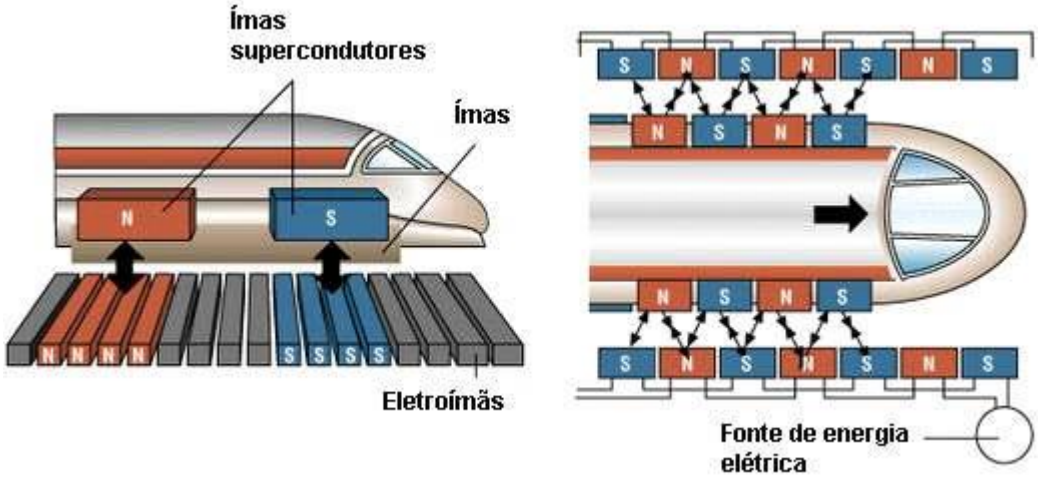
Fonte: Google

2. **PROPULSÃO ELETROMAGNÉTICA**

A diferença essencial que caracteriza um trem Maglev de um trem convencional reside no fato de que o Maglev não utiliza um motor tradicional, ao menos não no conceito que o conceito motor tradicional usa para puxar vagões por trilhos de aço comuns.

O funcionamento do trem Maglev explora a reação entre os eletroímãs do trem e os trilhos, em virtude da indução eletromagnética, em suma, a eletricidade gera magnetismo. Por consequência, existem duas regras básicas para magnetismo: polos opostos se atraem e polos iguais se repelem. Os eletroímãs são tipos de ímã, do mesmo modo que o ímã comum tem efeitos magnéticos, que atraem objetos de metal, mas para esses ímãs a atração do magnetismo é temporária. (MAZUCO, Julia. **Tecmundo**)

Figura 5: Propulsão magnética.



Fonte: Google

3. **VANTAGENS**

A necessidade de um sistema de transporte público eficaz, não poluente e com custos de construção reduzidos é uma das prioridades do mundo contemporâneo, particularmente em metrópoles onde reside a maioria da população. Esta procura por um meio de transporte que satisfaça essas exigências levou a comunidade científica a criar veículos que utilizam levitação magnética (MagLev - Magnetic Levitation), ao invés dos modelos convencionais roda-trilho, que impõem restrições às capacidades operacionais dos veículos. (SOUZA, STEPHAN, et al, 2016, p.05 e 06)

Vantagens de um trem com tecnologia MagLev:

- Redução do consumo de energia;
- Redução do ruído audível;
- Facilidade de mudança de via;
- Menor tempo de viagem;
- Manutenção mais fácil;

4. O PROJETO

3.1 Primeiras ideias

No início do ano o grupo se reuniu para debater ideias para fazer no Trabalho de conclusão de Curso (TCC), entre elas existiam:

- Chocadeira automática;
- Drone submarino;
- Protótipo de um trem eletromagnético (MAGLEV);
-

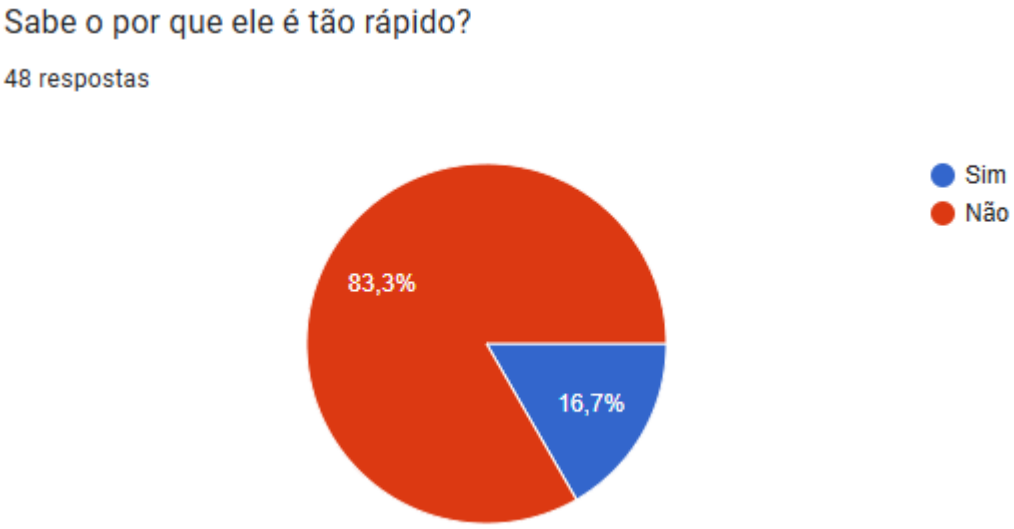
Como já dito, o grupo decidiu fazer o protótipo do trem eletromagnético. Depois da escolha do tema o professor responsável nos orientou a fazer uma pesquisa de mercado para coletar informações sobre o conhecimento do público em relação ao tema abordado.

3.2 Pesquisa de mercado

Figura 6: Resultado da pesquisa de mercado

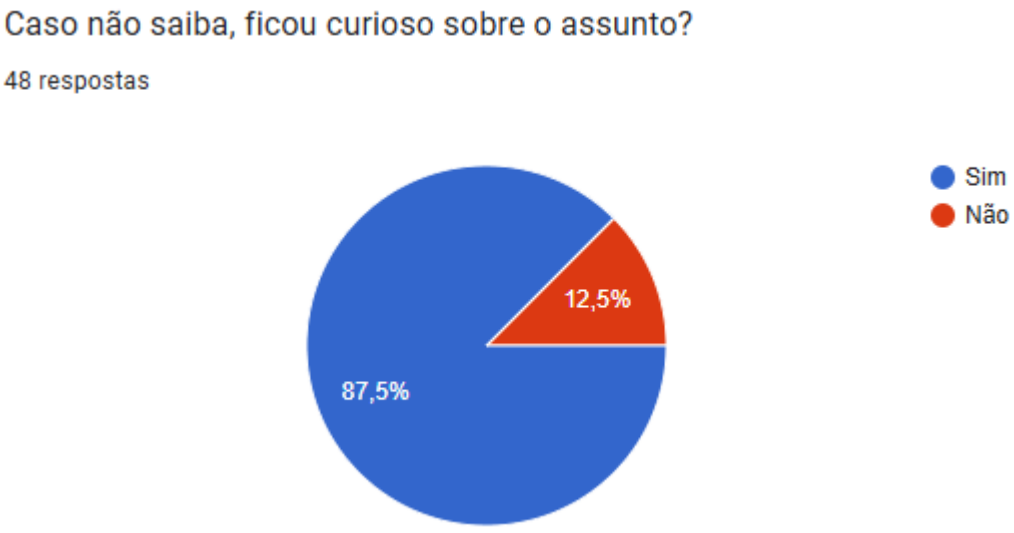
Fonte: Imagem dos autores

Figura 7: Resultado da pesquisa de mercado



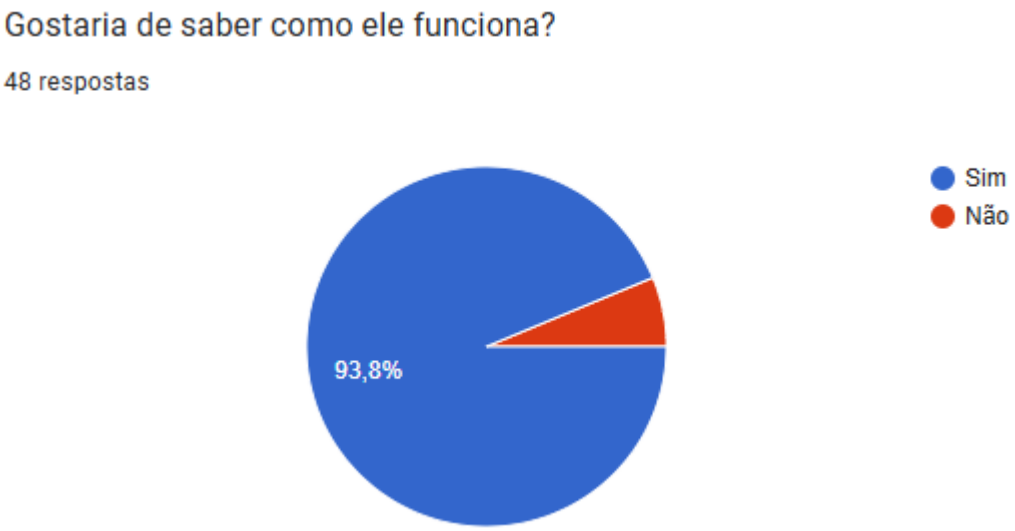
Fonte: Imagem dos autores

Figura 8: Resultado da pesquisa de mercado



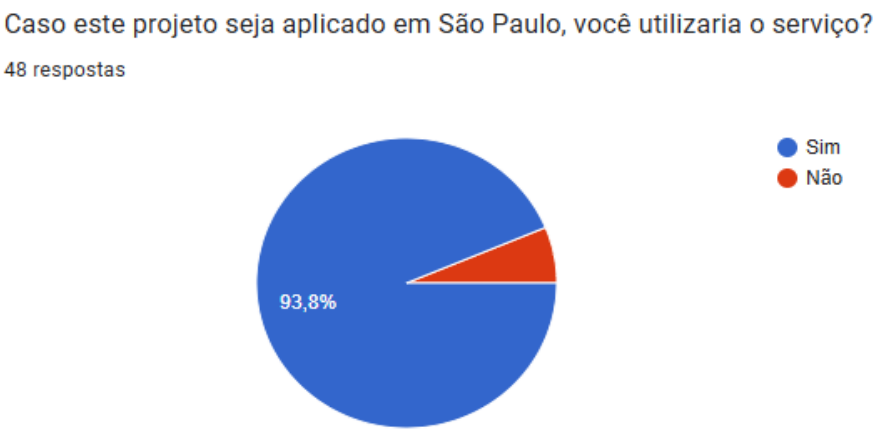
Fonte: Imagem dos autores

Figura 9: Resultado da pesquisa de mercado



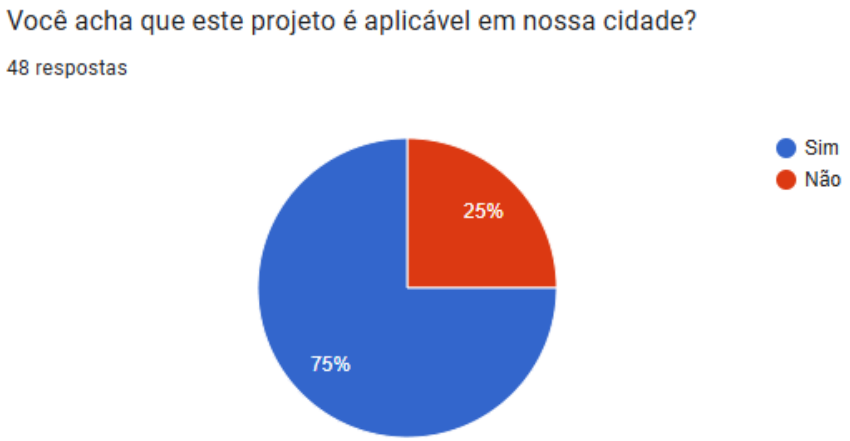
Fonte: Imagem dos autores

Figura 10: Resultado da pesquisa de mercado



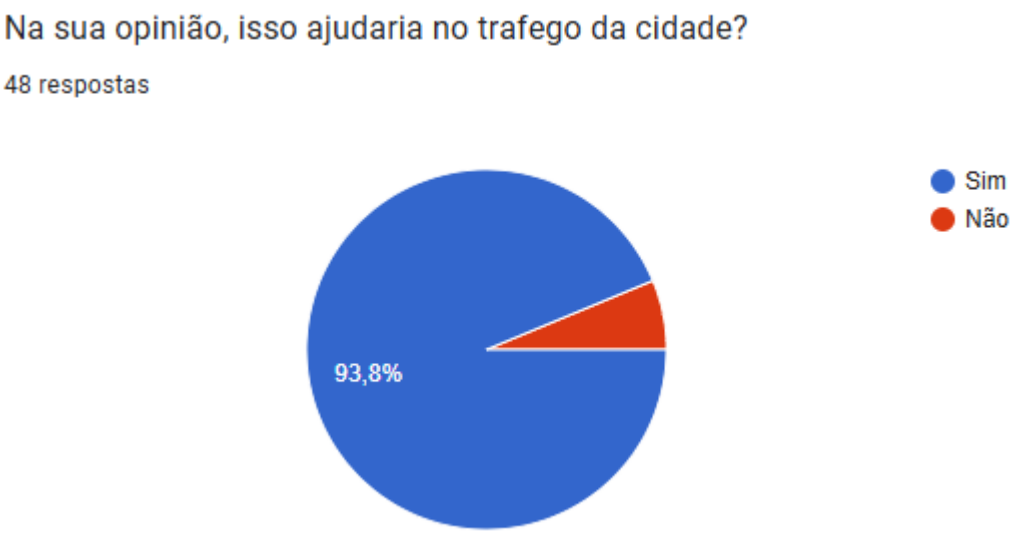
Fonte: Imagem dos autores

Figura 11: Resultado da pesquisa de mercado



Fonte: Imagem dos autores

Figura 12: Resultado da pesquisa de mercado



Fonte: Imagem dos autores

Figura 13: Resultado da pesquisa de mercado

Fonte: Imagem dos autores

3.3 Tabela de preços

Para a realização desse trabalho os seguintes materiais foram comprados:

CUSTO TOTAL	
Chapa de madeira Grande 70cmx30cm	R$70,00
Parafusos	R$9,90
Papelão	R$15,00
Chapa de madeira pequena	R$50,00
Fita Magnética de 3 metros	R$33,00
Papel EVA branco	R$5,50
Isopor	R$19,90
Custo total	R$203,30

5. PROJETO EM PRÁTICA

4.1 Corte das madeiras

O grupo se reuniu na casa de um dos integrantes para cortar e lixar as madeiras que foram usadas no projeto e separar os pedaços da fita magnética para serem colados.

Figura 14: Escolha da madeira

Fonte: Imagem dos autores

Figura 15: Cortando as chapas de madeira com a serra

Fonte: Imagem dos autores

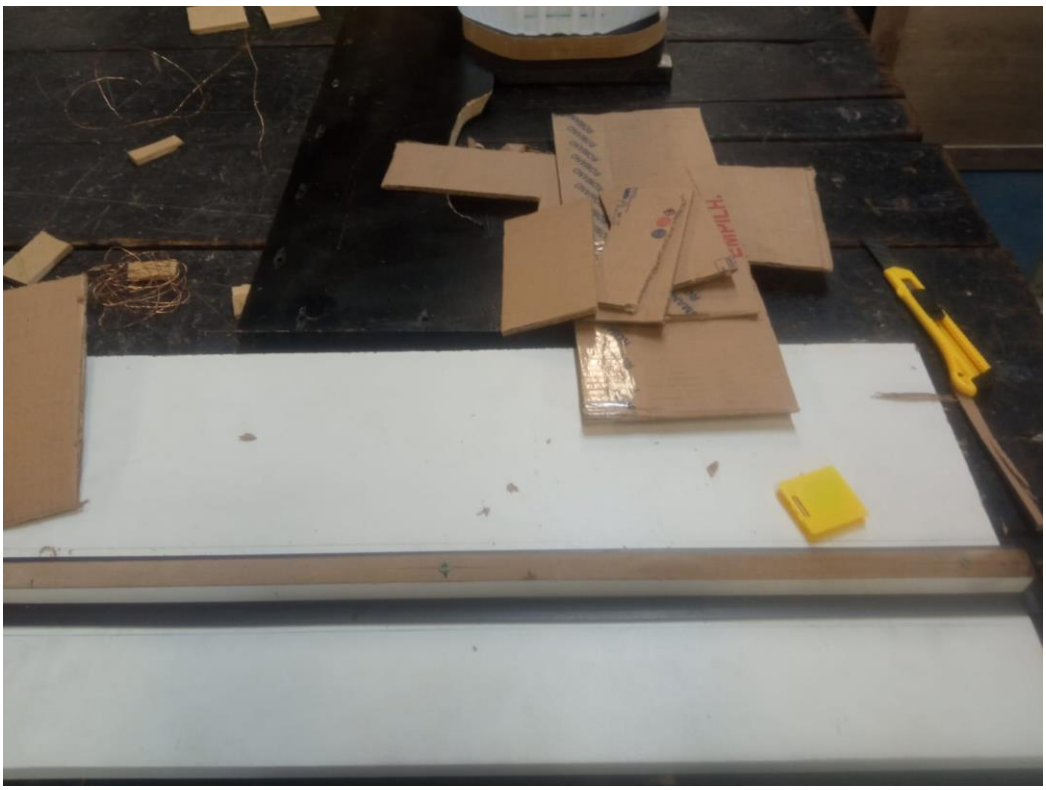
Figura 16: Lixando as chapas de madeira

Fonte: Imagem dos autores

4.2 Juntando as peças

Após medir todas as madeiras e cortá-las, o grupo levou as peças à escola para fazer os ajustes finais da base. Fixaram o pedaço de madeira central com parafusos para impedir que o trem se movimente muito durante sala rota.

Figura 17: Medição e fixação da base e trilhos.

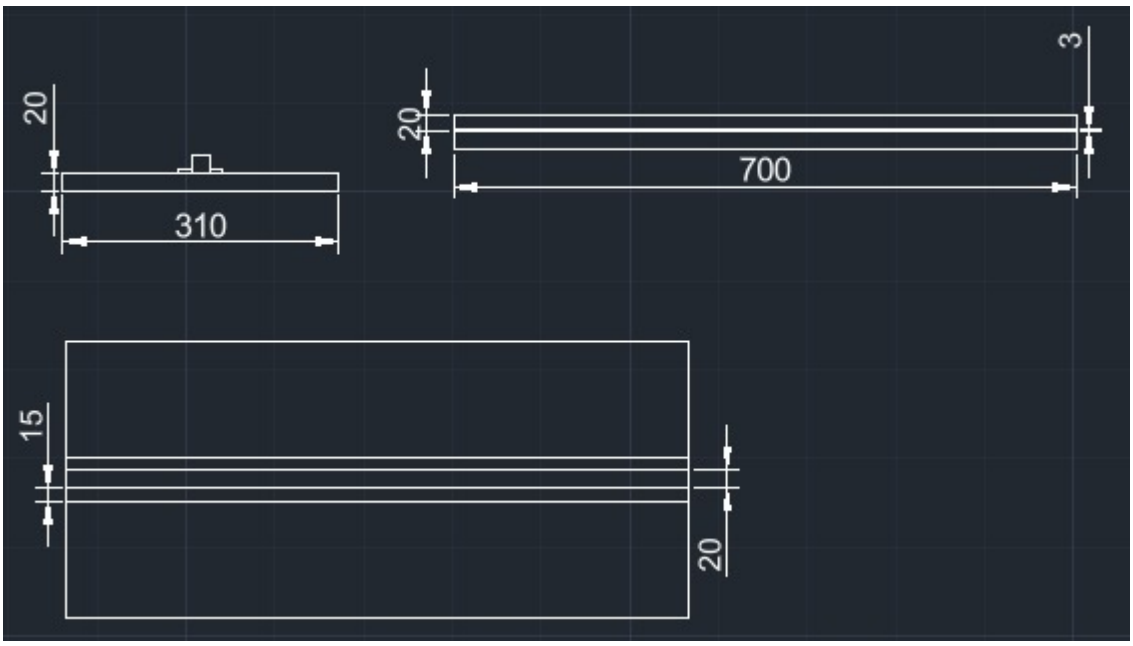


Fonte: Imagem dos autores

4.2.1 Desenhos técnicos da base

A figura a abaixo mostra o formato e as medidas da base do projeto, a unidade de medida usada foi milímetros(mm).

Figura 18: Desenho técnico

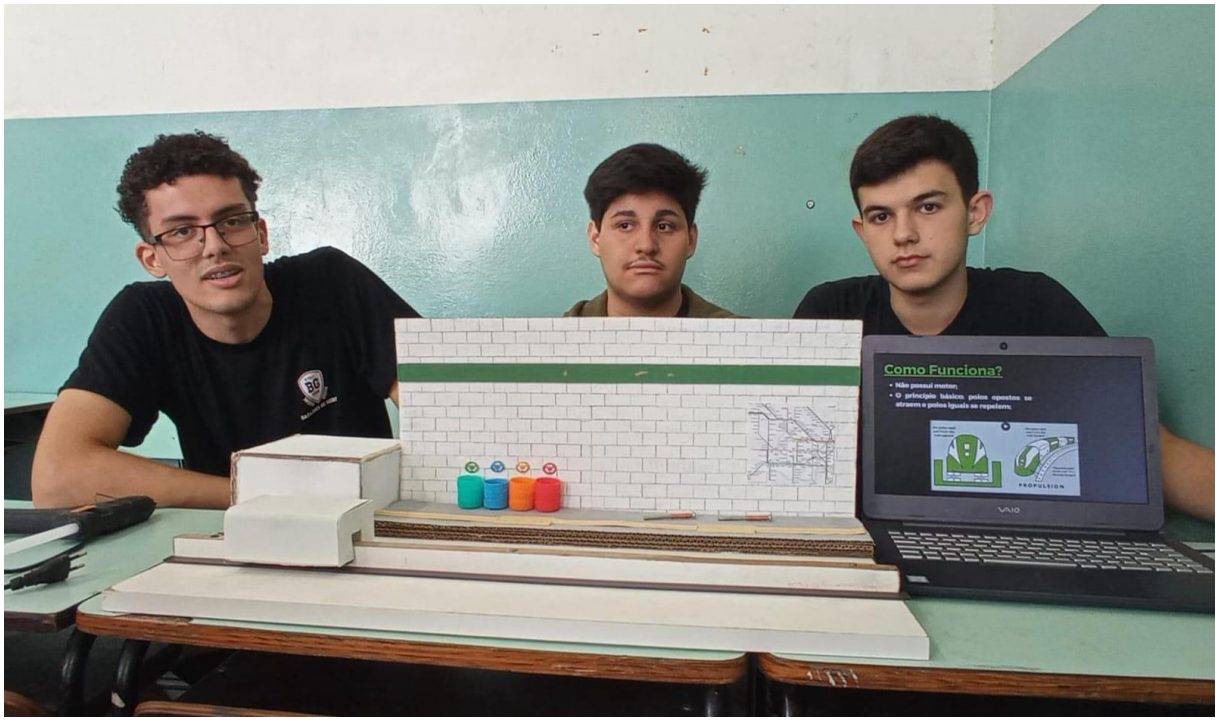


Fonte: Imagem dos autores

6. FEIRA CULTURAL

A feira cultural do Basilides ocorreu em setembro de 2024, e todos os alunos do terceiro ano foram convidados a apresentar seus trabalhos de TCC em andamento.

Figura 19: Apresentação do TCC na feira cultural



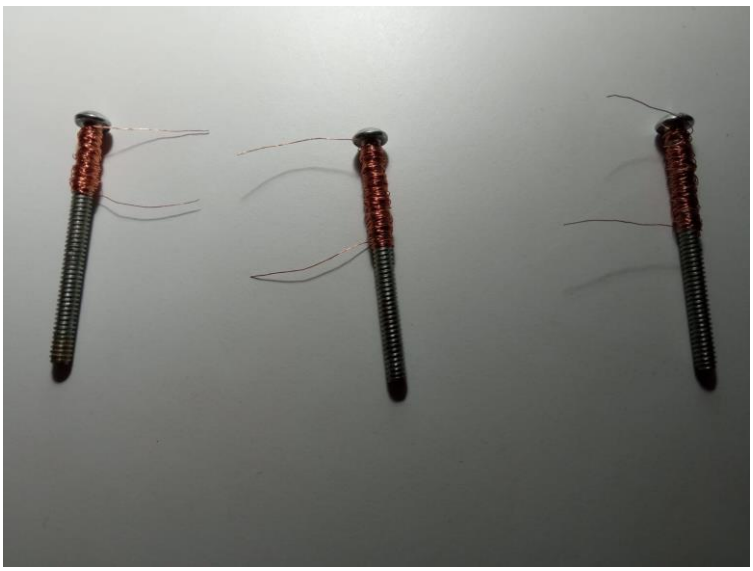
Fonte: Imagem dos autores

7. PROPULSÃO DO TREM

A proposta inicial do grupo consistia no desenvolvimento de um sistema de propulsão para o trem através de eletroímãs (feitos pelo grupo), fazendo furos na madeira para agrupa-los em sequência para puxar o trem aos poucos. Durante as fases iniciais do projeto a equipe estava extremamente envolvida com a pesquisa sobre os princípios de funcionamento dos eletroímãs e com a análise das suas interações com os trilhos.

No entanto, à medida que avançavam nos testes, o grupo começou a enfrentar uma série de desafios técnicos que tornaram evidente que a implementação da propulsão por eletroímãs não seria tão simples quanto inicialmente previsto. Um dos principais problemas foi a dificuldade em controlar a força magnética de forma eficaz. A variação na distância entre os eletroímãs e a forma como iriam posicionar os imãs, já que a madeira escolhida não era resistente o suficiente e quando colocaram os parafusos ela começou a rachar.

Figura 20: Alguns eletroímãs feitos pelo grupo



Fonte: Imagem dos autores

Como a ideia de propulsão inicial não funcionou, o grupo avaliou outras maneiras para fazer o trem se mover:

- Um fio que puxa o trem aos poucos;
- Um pequeno motor com uma hélice atrás do vagão do trem;
- Uma polia com motor puxando o trem

A ideia escolhida foi a terceira (Uma polia com motor puxando o trem), para isso foi construída uma polia horizontal ao lado do trilho, a qual será girada pelo motor quando o botão for acionado. Para enganchar o trem no fio da polia foram colocadas duas barras na frente e atrás do trem, fazendo assim com que o veículo fique preso na polia e siga seu movimento.

8. **CONCLUSÃO**

O objetivo geral deste trabalho foi contextualizar os leitores sobre o funcionamento dos trens com tecnologia MagLev, os tipos de levitação magnética e a aplicação desses trens em São Paulo. Nesse sentido, a aplicação o entendimento das novas tecnologias dos trens MagLev é importante, pois esses veículos conseguem atender uma maior capacidade de passageiros e fazer viagens mais rápidas.

A construção da maquete não apenas trouxe uma representação visual dos princípios do funcionamento do Maglev, mas também constituiu uma ferramenta prática de apreensão da complexidade e dos benefícios que esta tecnologia pode apresentar. A maquete possibilitou verificar na prática como a levitação magnética opera, uma melhor visualização da ação dos eletroímãs e do veículo.

Portanto, os trens Maglev constituem uma solução promissora para os desafios de mobilidade urbana e sustentabilidade que hoje nos são propostos. Sua adoção poderia mudar a forma do transporte público, oferecendo uma alternativa rápida, eficiente e respeitosa com o meio ambiente. Desse modo, este trabalho não só contribuiu à compreensão dos princípios e das vantagens dos trens Maglev, como também abre espaço para futuros debates sobre a sua adoção em larga escala e como eles poderão fazer parte do futuro da mobilidade.

REFERÊNCIAS

ZAPAROLLI, Domingos. Projeto brasileiro de trem de levitação magnética inicia nova fase de testes - **Pesquisa FAPESP**, ago. 2024. Disponível em: [https://revistapesquisa.fapesp.br/]. Acesso em 03 out. 2024.

STROSKI, Pedro. Maglev: Como funciona? - **Eletrical library,** 29/01/2021. Disponível em: [https://www.electricalelibrary.com/2021/01/29/maglev-como-funciona/]. Acesso em: 09 out. 2024.

DELECAVE, Bruno. Três formas de levitar - **Invivo**, 29/11/2021. Disponível em: [https://www.invivo.fiocruz.br/cienciaetecnologia/tres-formas-de-levitar/]
Acessado em: 11 out. 2024.

GOMES, Rafael; STEPHAN, Richard. **Um experimento para ilustrar o sistema de levitação eletromagnética utilizado em trens MAGLEV:** - Disponível em: [https://www.academia.edu/]. Acessado em: 08 out. 2024.

DOMINGOS, Camilla et al. PROTÓTIPO DE TREM MAGLEV – **Instituto Federal**. Disponível em: [https://publicacoes.ifc.edu.br/]. Acessado em 03 out. 2024.

MOREIRA, Marco. Breve introdução à Física e ao Eletromagnetismo – **UFRGS**.
Disponível em: [https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n6_moreira.pdf]. Acessado em: 04 out. 2024.

SOUZA, Wescley; STEPHAN, Richard et al. Projeto MagLev Cobra - Levitação Supercondutora para Transporte Urbano - **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Disponível em: [https://www.scielo.br/]. Acesso em: 11 out. 2024.

MAZUCO, Julia. O que é o trem Maglev e como ele funciona? - **Tecmundo**. 10/03/2023. Disponível em: [https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/261621-o-trem-maglev-ele-funciona.htm]. Acessado em: 12 out. 2024.

.