



# MAGIC COASTER

### Alunos:

Agatha Lais Salgueiro Marotti | César Eduardo Cicolani  
Gabriel Casarotti dos Santos | Gabriel Garcia de Oliveira  
Guilherme Ramires Alves | Hugo Tadashi Tamaru  
Luiz Otávio Martinelli Cannizza | Paloma Almeida da Silva

### Orientador:

Prof. Dr. Ronaldo Câmara Cozza



### A MONTANHA-RUSSA FIREWHIP

As montanhas-russas são atrações extremamente queridas no mundo todo e um dos principais motivos é por elas conseguirem atingir velocidades altíssimas em pistas radicais e carrinhos inovadores, além de oferecerem, com facilidade, a adrenalina que muitos de seus passageiros buscam.

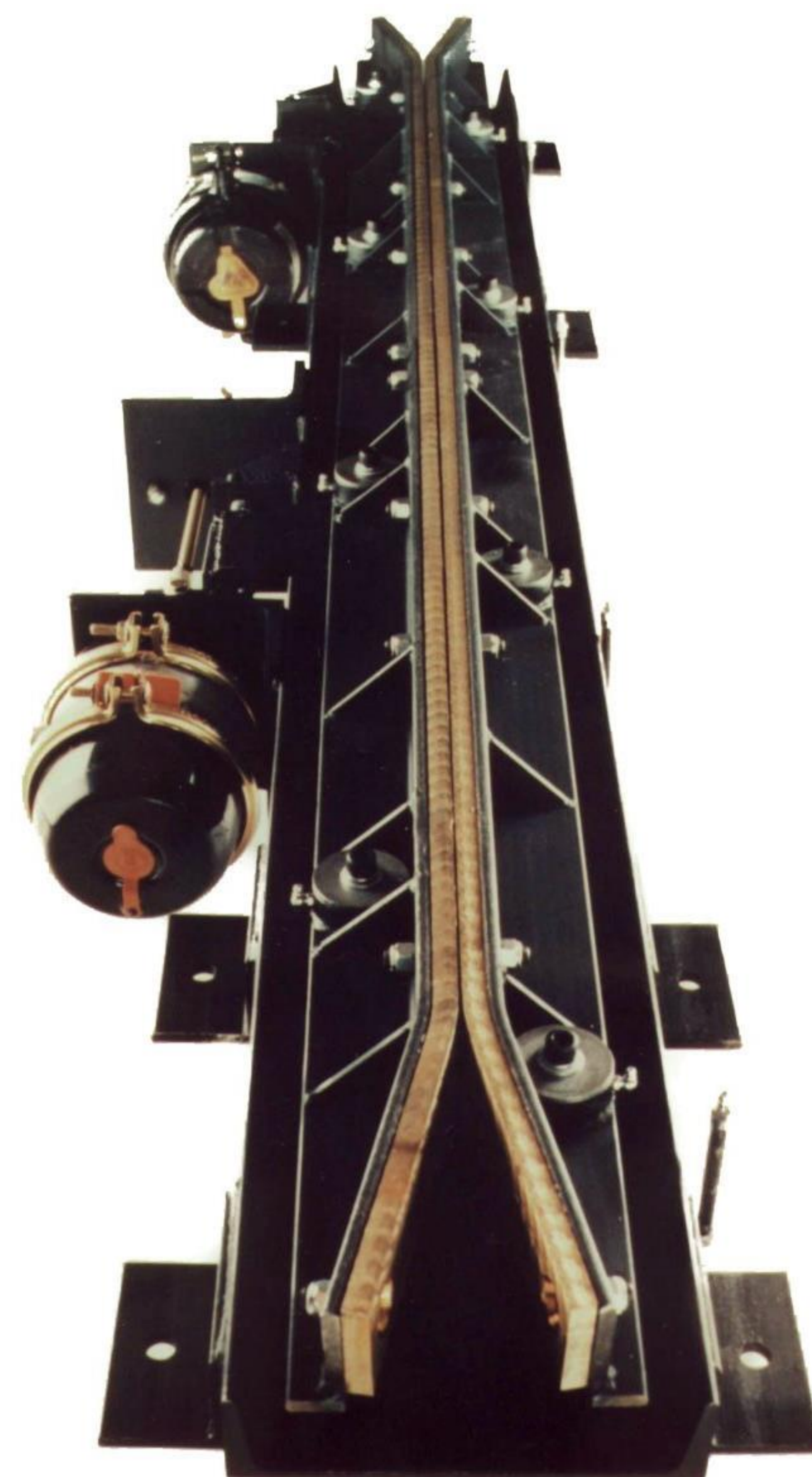
Aqui no Brasil, nós não podemos nos esquecer da *FireWhip*, a montanha-russa do Beto Carrero World, localizado na Penha, em Santa Catarina. Sendo a primeira montanha-russa com carrinhos invertidos do país, esta atração recebe fãs de todo o território nacional, atinge velocidades de até 80 km/h em uma pista de 40 metros de altura e 700 metros de extensão e conta com 5 loopings ao longo de seu percurso. Além disso, é capaz de levar até 20 passageiros por rodada.

### O SISTEMA DE FREIO ORIGINAL

Naturalmente, tudo que anda deve parar em algum momento. O caso da *FireWhip* não é diferente e, portanto, conta com um sistema de frenagem de aproximadamente 15 metros de extensão localizada no fim do trajeto da atração.

O sistema de frenagem utilizado atualmente tem acionamento hidráulico e funciona à base de atrito, ou seja, contém diversas chapas sequenciais, uma de cada lado, e cada uma contém uma pastilha rugosa que, ao serem acionadas pelo operador, se aproximam umas das outras até entrarem em contato com a barbatana do carrinho, prensando-a e, por fim, realizando sua frenagem.

É importante notar que este sistema requer manutenção frequente, como a troca das pastilhas, além de produzir muito ruído e necessitar de um operador para o seu acionamento.





# MAGIC COASTER

### Alunos:

Agatha Lais Salgueiro Marotti | César Eduardo Cicolani  
Gabriel Casarotti dos Santos | Gabriel Garcia de Oliveira  
Guilherme Ramires Alves | Hugo Tadashi Tamaru  
Luiz Otávio Martinelli Cannizza | Paloma Almeida da Silva

### Orientador:

Prof. Dr. Ronaldo Câmara Cozza

### A PROPOSTA MAGIC COASTER

É aí que entra o projeto Magic Coaster. Nossa proposta é desenvolver um freio magnético para carros de montanha-russa, tomando como base de design dos carros e trajeto percorrido a montanha-russa *FireWhip*.

O sistema de frenagem do projeto é baseado na Lei de Lenz e, portanto, atuará com frenagem magnética graças aos ímãs de neodímio presentes em seu sistema, também conhecidos como “super-ímãs”. Além disso, seu princípio físico permite manter os carros da montanha-russa a uma velocidade segura no trecho de frenagem, já que sua força de atuação depende da velocidade e da massa total dos carros e passageiros, além de dispor de uma distância extra de frenagem para garantir que o sistema seja mais que o suficiente para desacelerar o carrinho nas circunstâncias da atração, trazendo ainda mais segurança para a *FireWhip*.

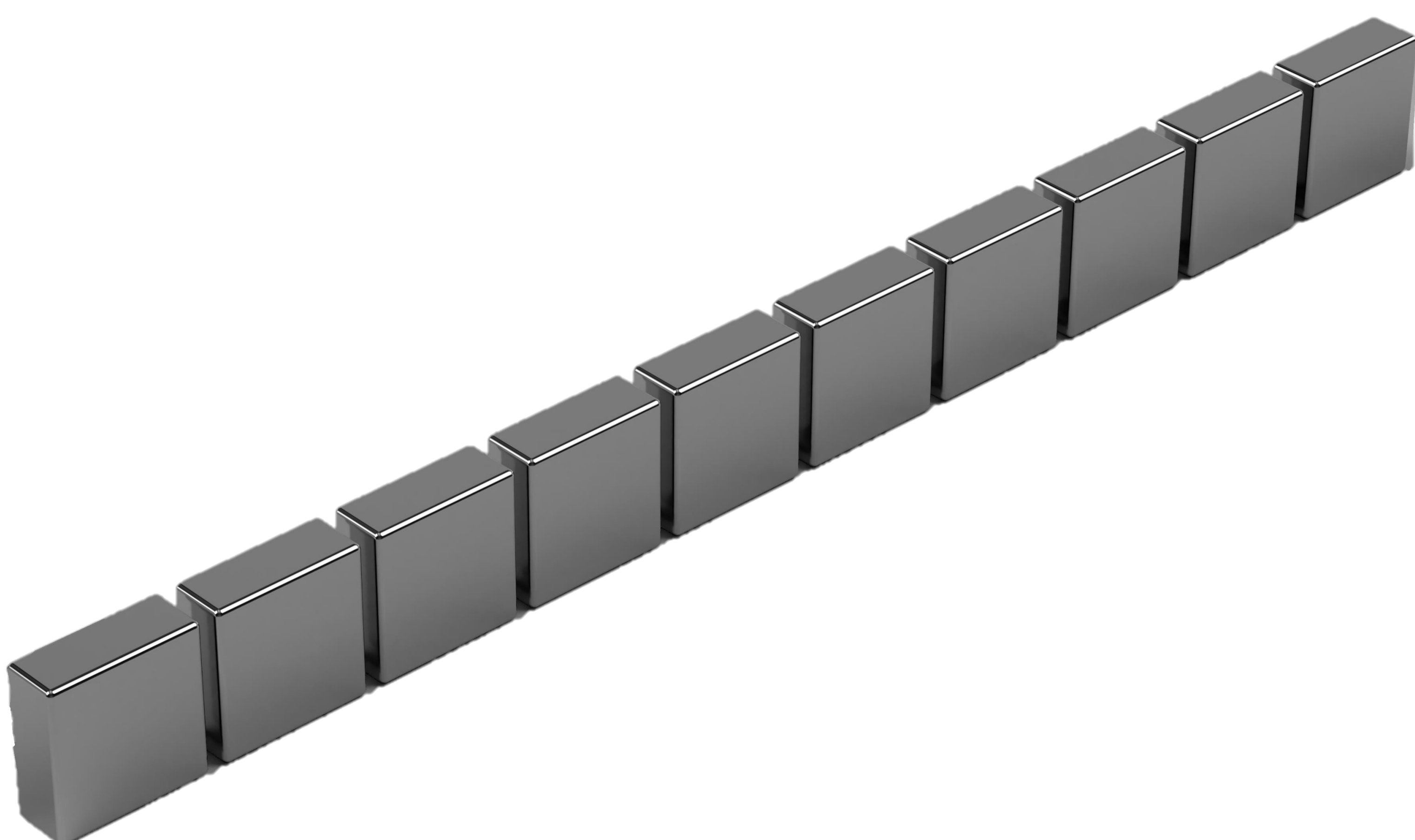


### OS ÍMÃS DE NEODÍMIO

O ímã de neodímio é famoso por ter um poder de magnetização extremamente alto. Sua estrutura química,  $Nd_2Fe_{14}B$ , é uma composição que proporciona uma energia magnética até 10 vezes mais intensa que a dos ímãs convencionais de geladeiras e caixas de som, além de ser muito difícil de ser desmagnetizado.

Seu processo de criação é chamado de sinterização, que é a compactação de ligas metálicas em pó, seguida da sinterização sob a ação de um forte campo magnético que orienta os grãos internos. Neste processo, o ímã é comprimido na presença de um campo magnético e, ao passar por um segundo espremedor, chamado de matriz de interferência, os domínios magnéticos são orientados em uma direção.

Seu campo de atuação, portanto, é bem extenso e abre margem para muita inovação. Por isso, o ímã de neodímio é a escolha ideal para o sistema de frenagem Magic Coaster.





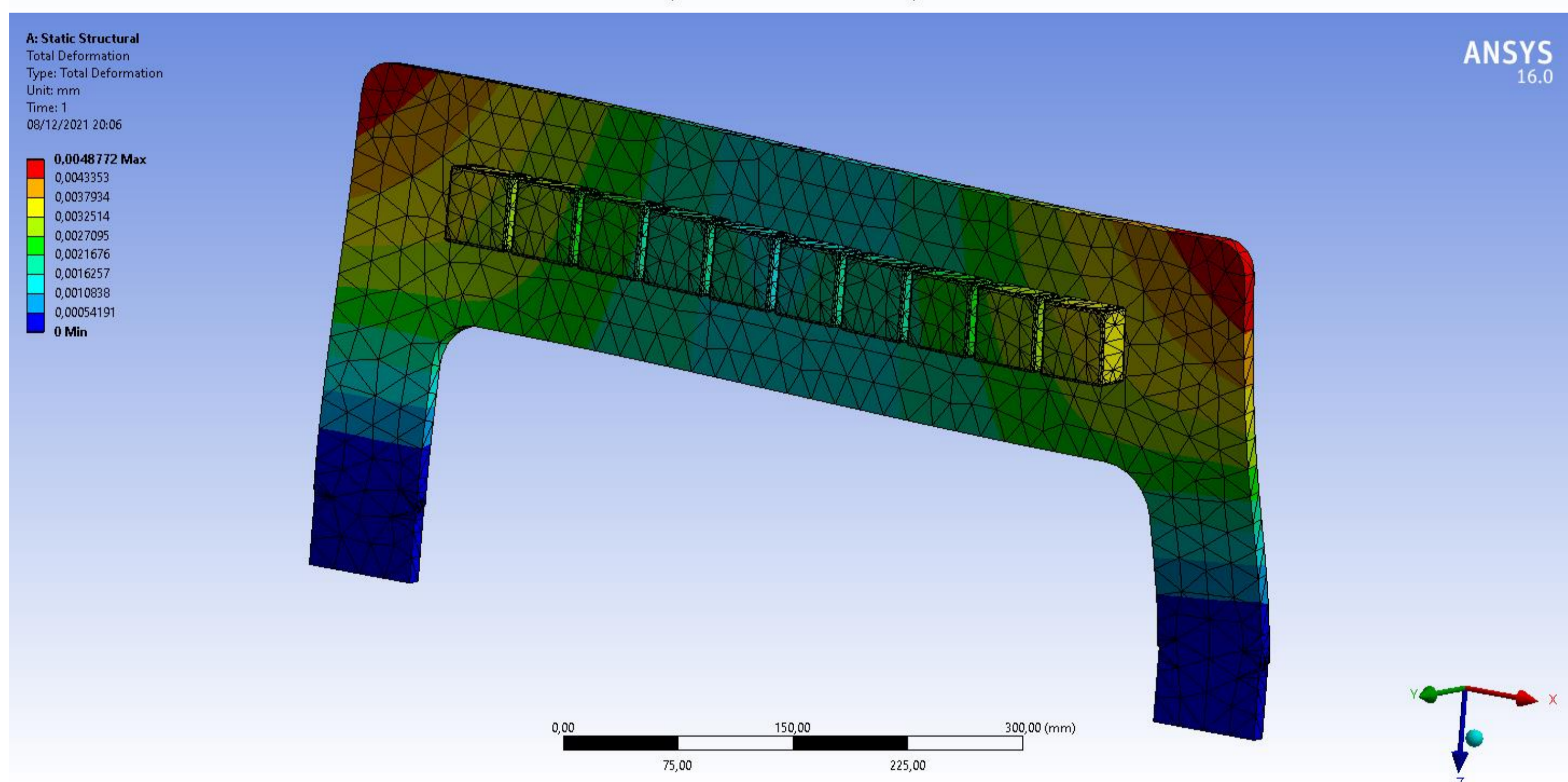
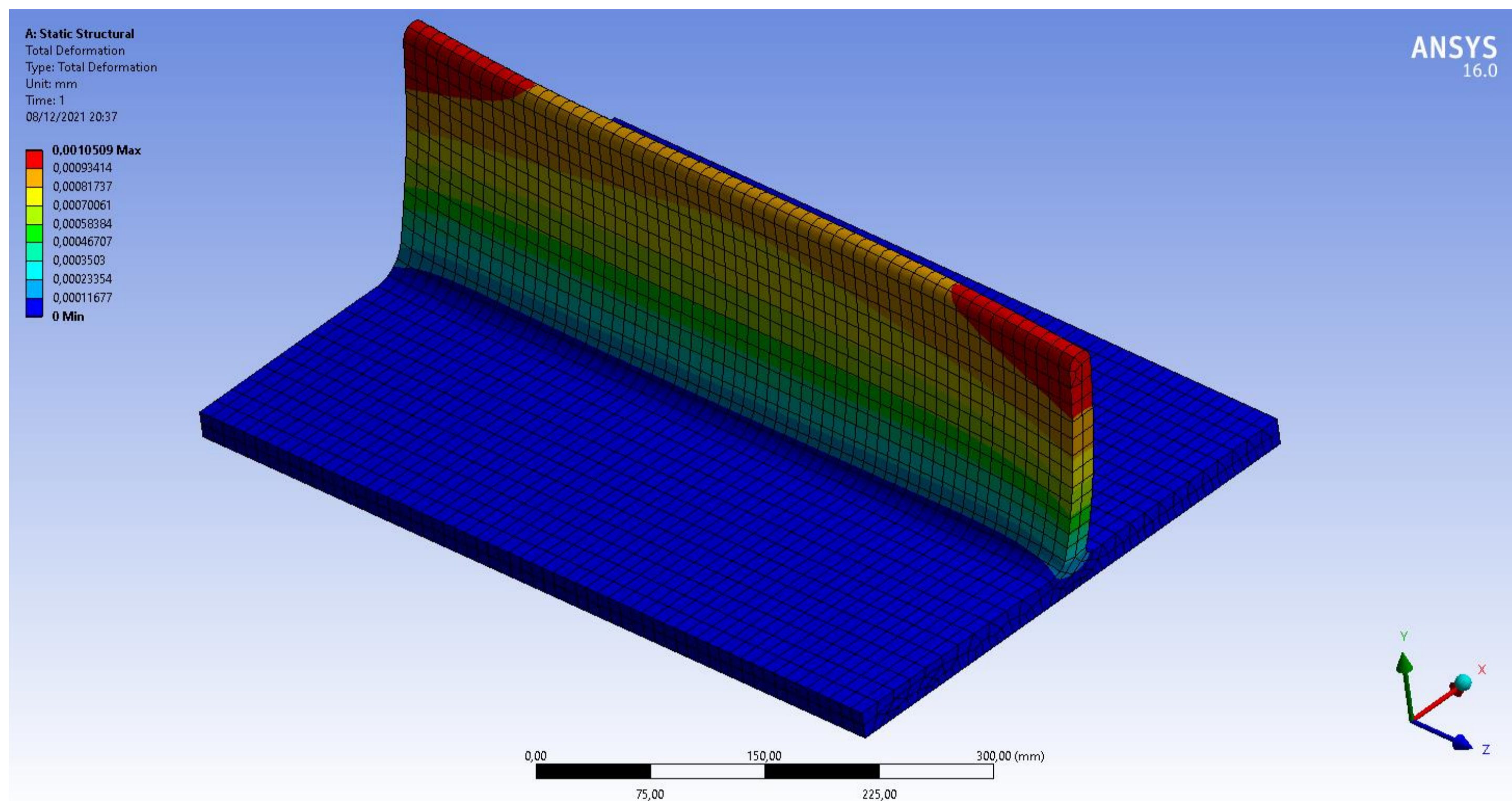
# MAGIC COASTER

### Alunos:

Agatha Lais Salgueiro Marotti | César Eduardo Cicolani  
Gabriel Casarotti dos Santos | Gabriel Garcia de Oliveira  
Guilherme Ramires Alves | Hugo Tadashi Tamaru  
Luiz Otávio Martinelli Cannizza | Paloma Almeida da Silva

### Orientador:

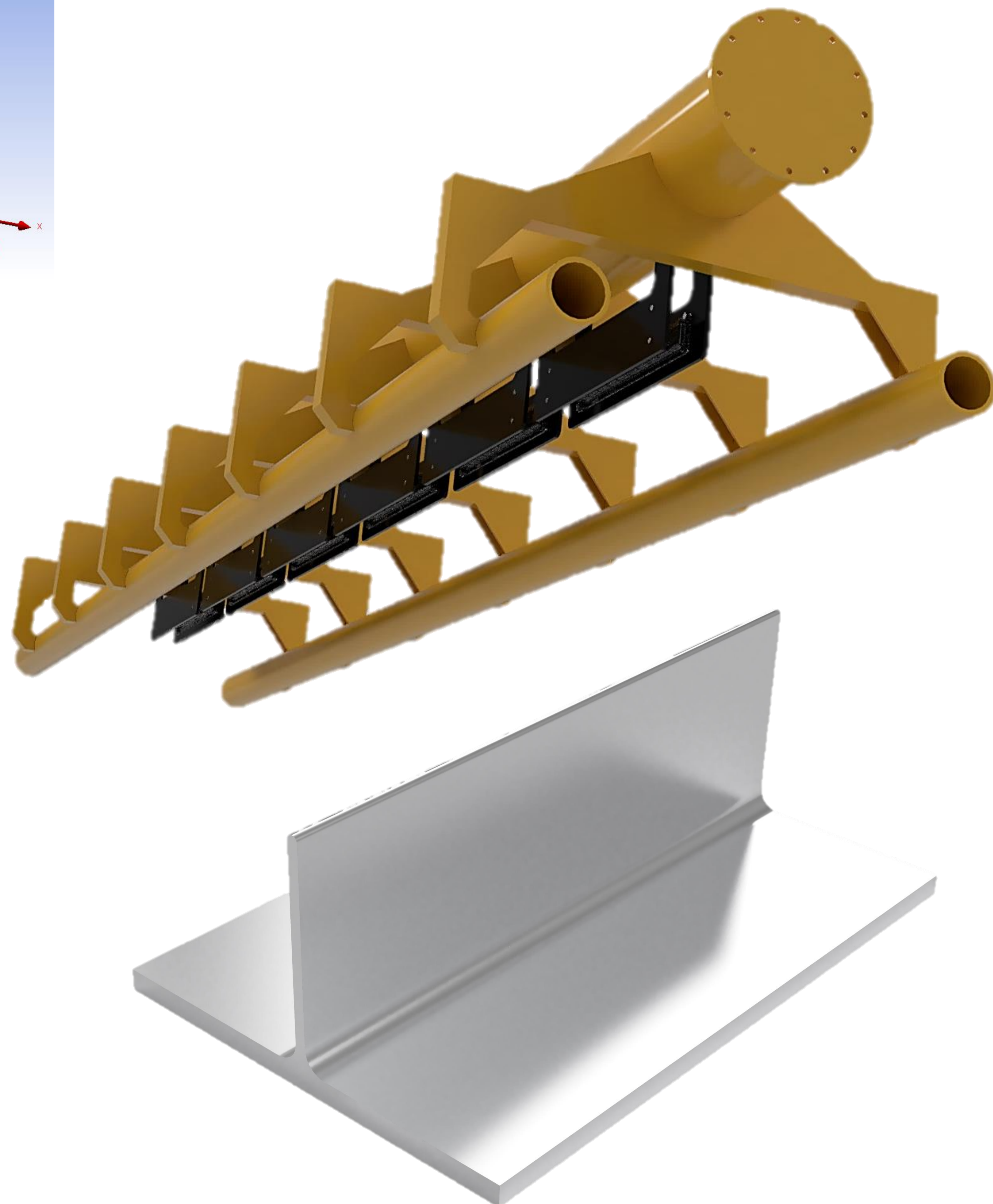
Prof. Dr. Ronaldo Câmara Cozza



### AS SIMULAÇÕES

O componente que transmitirá a força de desaceleração do sistema de frenagem magnético aos carrinhos é a barbatana que foi projetada e está sendo simulada à esquerda. Ela é feita de alumínio 1050 H19, tem 20 milímetros de espessura e fica localizada na parte de cima do carrinho.

Além disso, a simulação mostrou que a chapa de fixação dos ímãs, assim como a barbatana, resistem tranquilamente aos esforços de frenagem e tem deformações máximas relativamente pequenas, de 0,0010509 milímetros para a barbatana e 0,0048772 milímetros para a chapa de fixação, provando os cálculos de dimensionamento foram efetivos.



### A MONTAGEM FINAL

Ao final do dimensionamento, dos testes e das simulações, o sistema de frenagem Magic Coaster mostrou-se capaz de fazer a desaceleração do carrinho da velocidade de 50 km por hora até 3,6 km por hora (1 metro por segundo) em menos de 2,5 segundos, ao longo de 13,5 metros dos 15 metros totais disponíveis na *FireWhip*. Ainda, o sistema não ultrapassa os 2G na desaceleração, mantendo o conforto dos passageiros e evitando que eles se machuquem.

Além de segura, nossa frenagem é inovadora: não gera nenhum ruído por não depender de contato físico com a barbatana, não causa nenhuma vibração ou solavanco ao desacelerar o carrinho, não necessita de energia elétrica para seu acionamento por depender única e exclusivamente de uma lei da física e, portanto, dispensa a necessidade de um operador.