

# ENGENHARIA MECÂNICA AUTOMOBILÍSTICA

## PROJETO FAMILY GUARD:

### DISPOSITIVO DE SEGURANÇA EM CASO DE COLISÕES TRASEIRAS

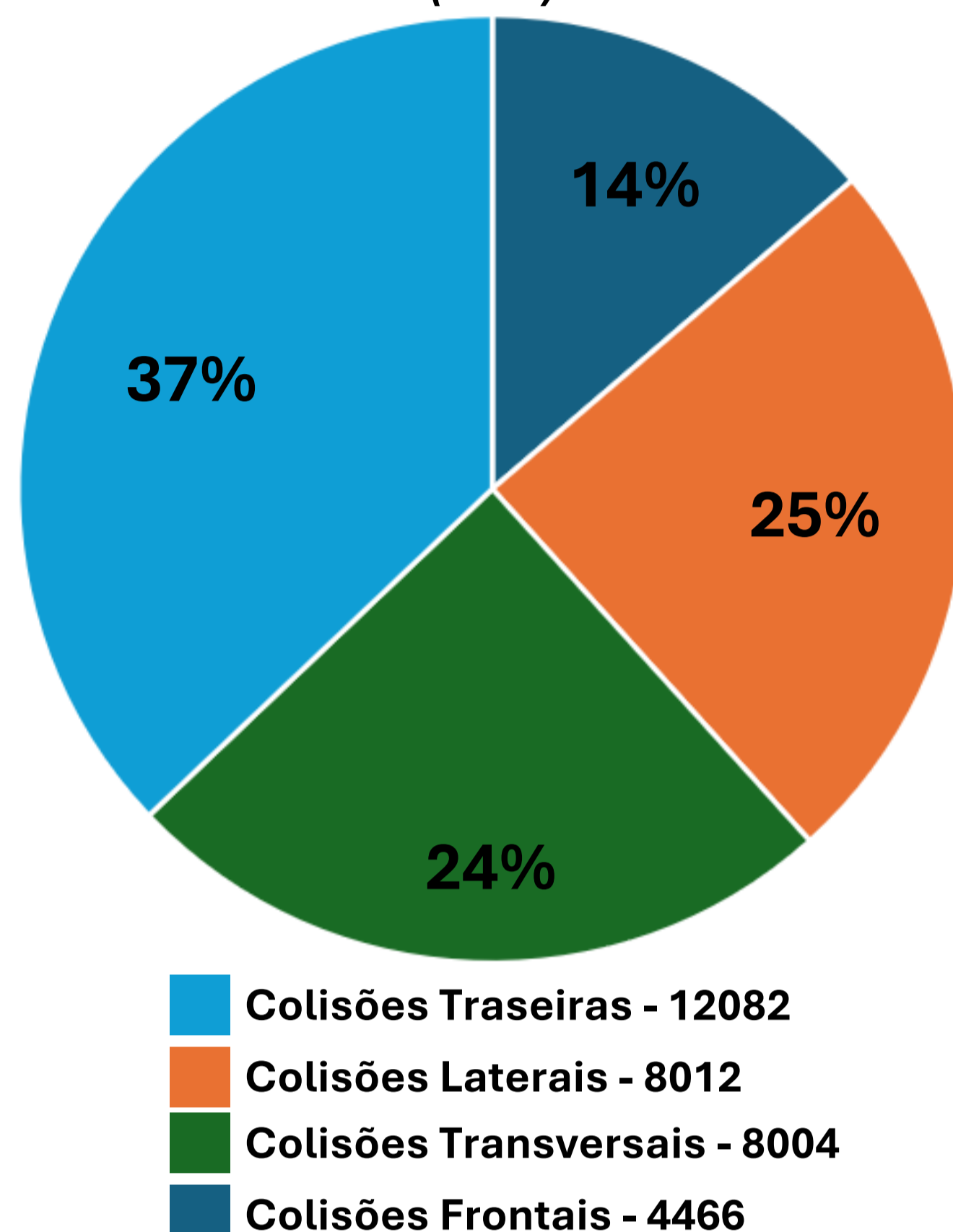
**Alunos:** Douglas dos Santos Dias, Hemanoelly Kézia Silva, Igor de Souza Nogueira, Leonardo Honorato Bertanha, Leonardo Rodrigues Perrotta, Lucas Dias Claudio, Lucas Salvador Pereira e Oliveira, Robson Nascimento Cruz, Victor João Gariba

**Orientador:** Jairo de Lima Souza (jairosouza@fei.edu.br)

## INTRODUÇÃO

Em 2022, de acordo com a Polícia Rodoviária Federal (PRF), foram registradas 32.564 colisões entre dois carros, sendo que 37% delas, ou seja, 12.082 acidentes, foram colisões traseiras, resultando em 13.868 vítimas. Esses números evidenciam a necessidade urgente de aprimorar a segurança veicular. A preocupação é ainda maior para os ocupantes da terceira fileira de veículos com sete lugares, que estão mais vulneráveis devido à proximidade ao ponto de impacto. Com a crescente popularidade desses veículos, atingindo aproximadamente 45.000 unidades vendidas somente em 2023, este trabalho busca desenvolver uma solução inovadora para aumentar a proteção dos ocupantes, através de sistemas que reduzem a intrusão em colisões traseiras, garantindo maior segurança e integridade para todos os passageiros.

Colisões entre dois carros no Brasil (2022)



## OBJETIVO

O objetivo central do trabalho consiste em reduzir a intrusão de uma colisão traseira em veículos de passeio com capacidade para 7 ou mais ocupantes.



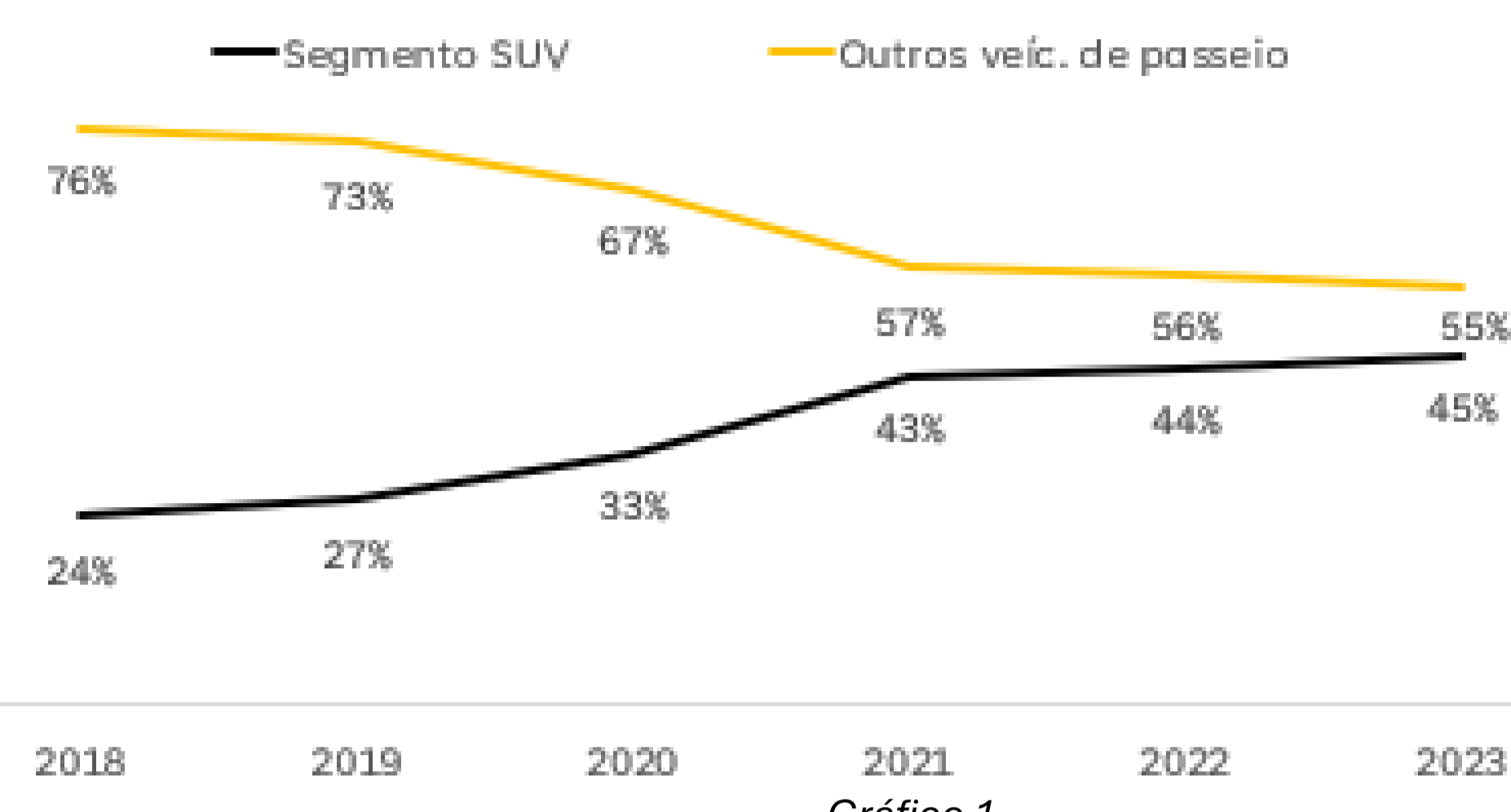
## METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos deste trabalho, inicialmente foram definidos os propósitos e requisitos do projeto, seguidos por um estudo detalhado de possíveis soluções através dos benchmarks. Essa análise estratégica permitiu a comparação de diversas alternativas existentes no mercado, incluindo a placa atenuadora de impacto usada na competição Fórmula SAE, barras de proteção similares as aplicadas nas portas laterais, materiais de maior absorção de energia e reforços compostos de polímeros e materiais metálicos de alta resistência. Com base nos resultados dos benchmarks, foi utilizada uma matriz de decisão para avaliar as alternativas considerando critérios como redução da intrusão, absorção de energia e complexidade de manufatura. A solução escolhida foi a combinação de uma placa atenuadora de impacto com materiais de maior absorção de energia, que obteve a melhor pontuação na matriz. Esta alternativa mostrou-se eficaz na absorção de energia e na minimização da intrusão, sendo selecionada para desenvolvimento e implementação no projeto.



## ANÁLISE DE MERCADO

Ao realizar a análise de mercado, o primeiro ponto a se destacar é a utilidade dos carros de 7 lugares. Esse tipo de veículo é utilizado para viagens em família pela



versatilidade, e a terceira fileira é majoritariamente utilizada por crianças devido à sensação de novidade que esse lugar traz. Seguindo com a análise, o gráfico 1 com dados da Fenabrave mostra que os SUVs vêm se tornando praticamente metade dos veículos de passeio no Brasil. Só em 2023 foram emplacados 45 mil unidades de veículos de 7 lugares em território nacional. Mais abaixo, temos os modelos atuais com essa quantidade de lugares abaixo de 300 mil reais: Spin, Commander, Tiggo 8, Tiguan e C3 AirCross.



## NORMAS E LEGISLAÇÕES



FMVSS 301



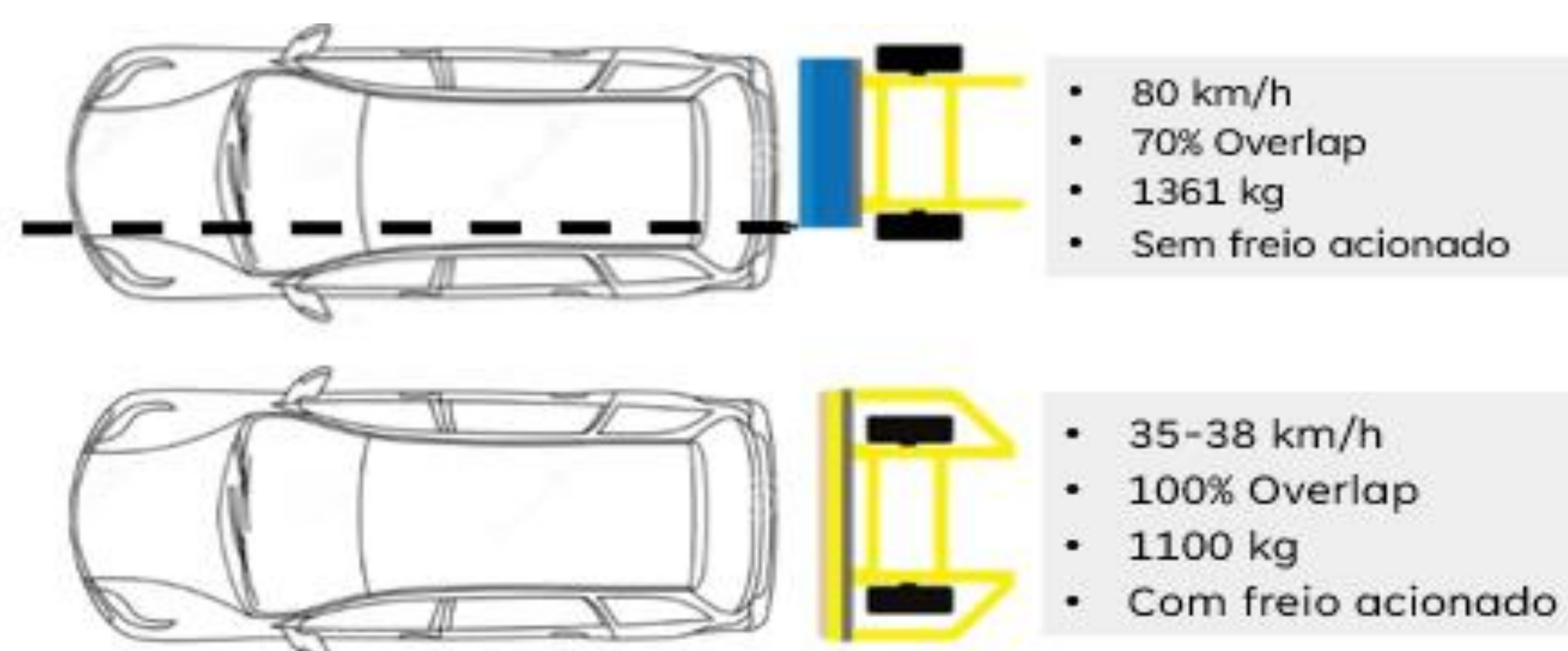
ECE R32



GB 20072-2006

No âmbito das especificações e normas existem as normas americana FMVSS 301, a europeia R32 e a sua equivalente chinesa GB20072-2006. No Brasil, a resolução de número 910 do Contran que estabelece os requisitos de proteção aos ocupantes e integridade do sistema de combustível decorrente de impactos traseiros. As diferenças entre a norma americana e a europeia/chinesa começam na velocidade: enquanto a americana realiza o teste com o veículo causador do impacto a 80 km/h, a europeia e chinesa realizam o teste com o veículo na velocidade entre 35 e 38 km/h. Outra diferença está no posicionamento da colisão: a americana posiciona o causador da colisão de tal forma que ela ocorra em 70% da área traseira do veículo,

enquanto a europeia e chinesa fazem a colisão na área traseira completa. A massa do veículo causador da colisão também muda: de 1361 kg da americana para 1100 kg da europeia e chinesa. Por último, o órgão americano realiza a colisão sem o freio do carro impactado acionado, enquanto os órgãos europeu e chinês realizam com o freio acionado.



# ENGENHARIA MECÂNICA AUTOMOBILÍSTICA

## PROJETO FAMILY GUARD:

### DISPOSITIVO DE SEGURANÇA EM CASO DE COLISÕES TRASEIRAS

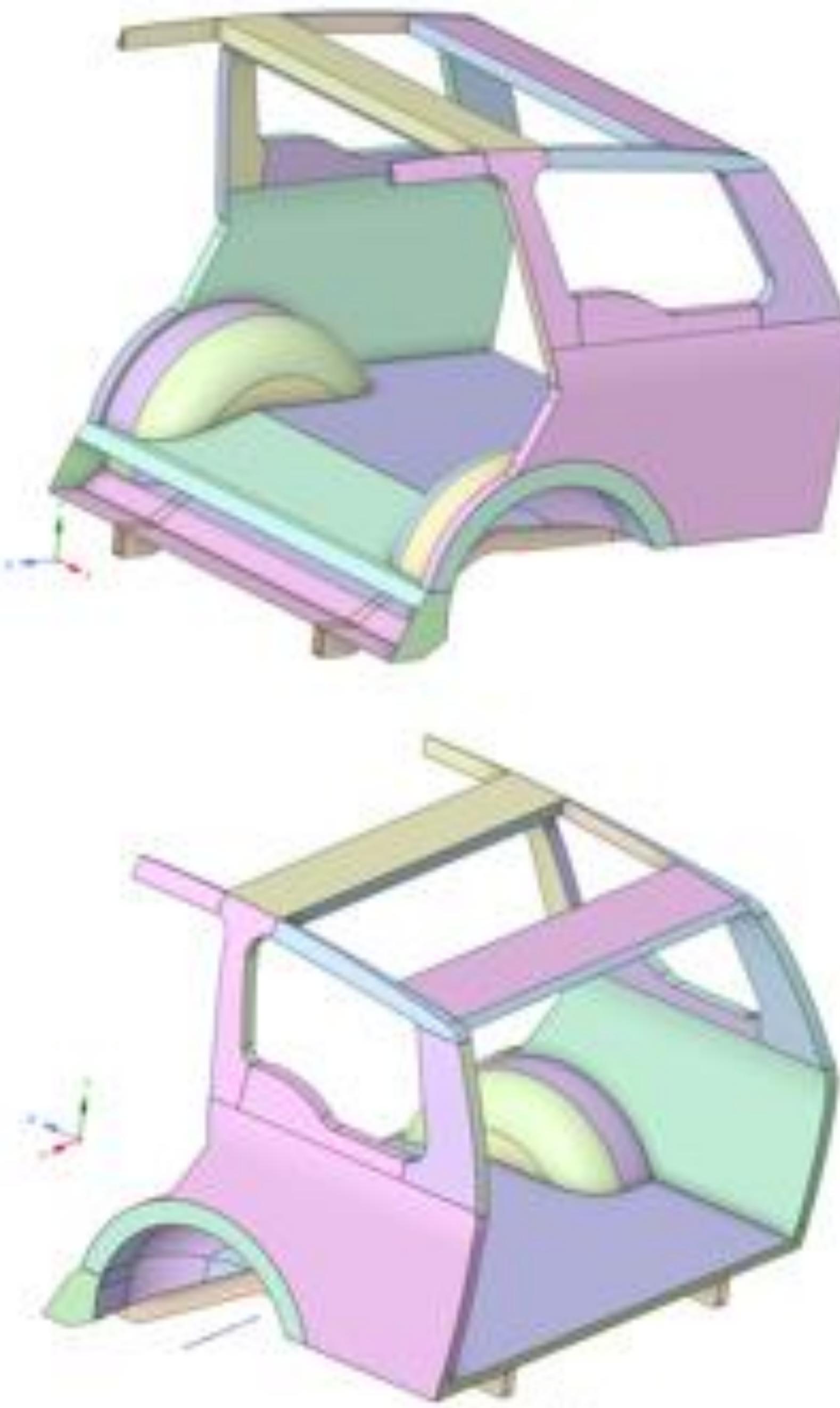
**Alunos:** Douglas dos Santos Dias, Hemanoelly Kézia Silva, Igor de Souza Nogueira, Leonardo Honorato Bertanha, Leonardo Rodrigues Perrotta, Lucas Dias Claudio, Lucas Salvador Pereira e Oliveira, Robson Nascimento Cruz, Victor João Gariba

**Orientador:** Jairo de Lima Souza (jairosouza@fei.edu.br)



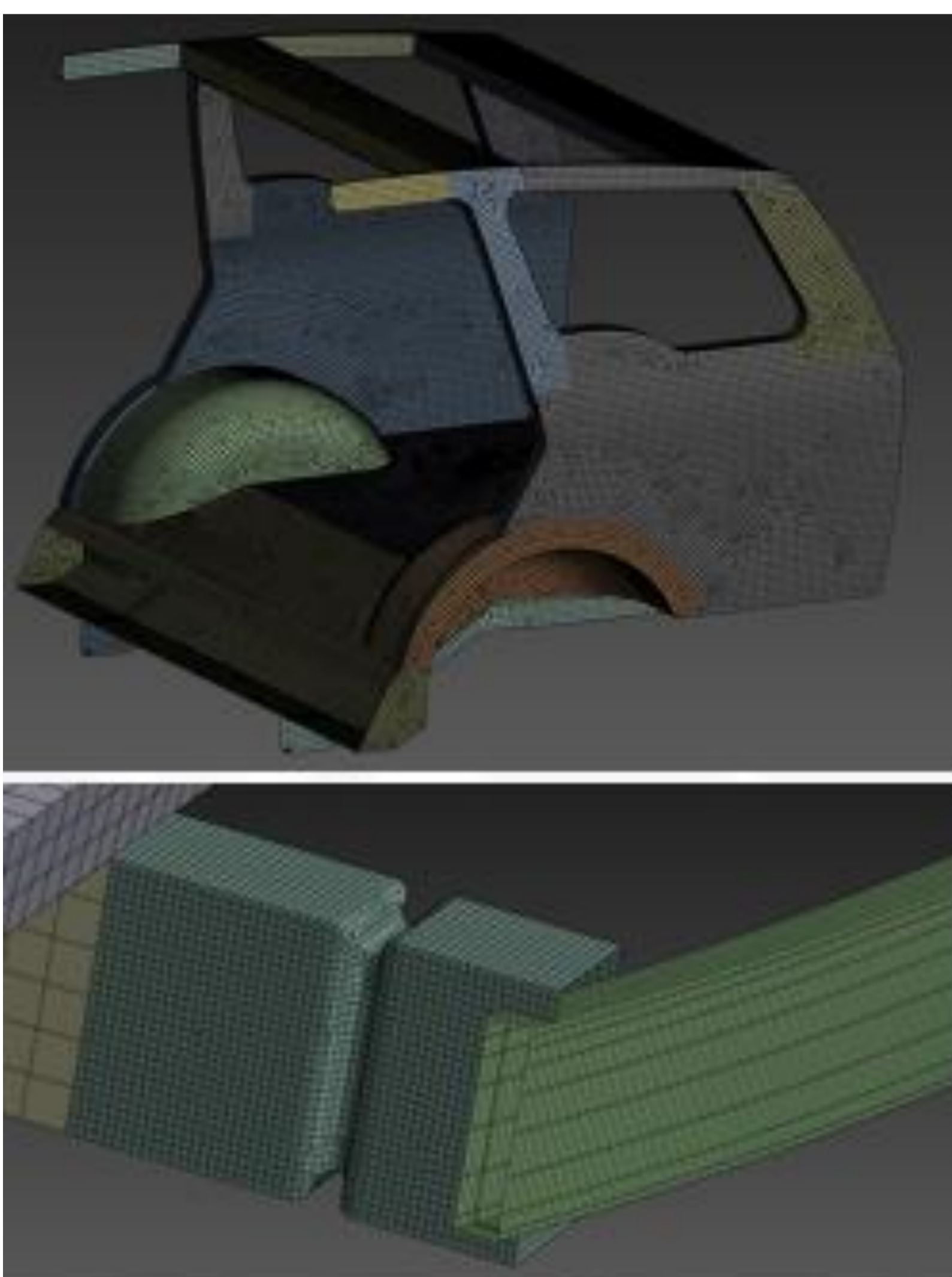
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização das simulações foi utilizada uma adaptação de dois CADs obtidos pelo grupo para a confecção de CAD final apropriado para os estudos necessários, contemplando os recursos e prazos estabelecidos. Foi considerado somente a região traseira do carro como região de estudo para o modelo de simulação elaborado. O modelo 3D é composto apenas por superfícies, e o mesmo não possui corpos sólidos, de modo que cada componente presente não possua preenchimento. Facilitando assim a geração da malha considerando elementos do tipo casca.



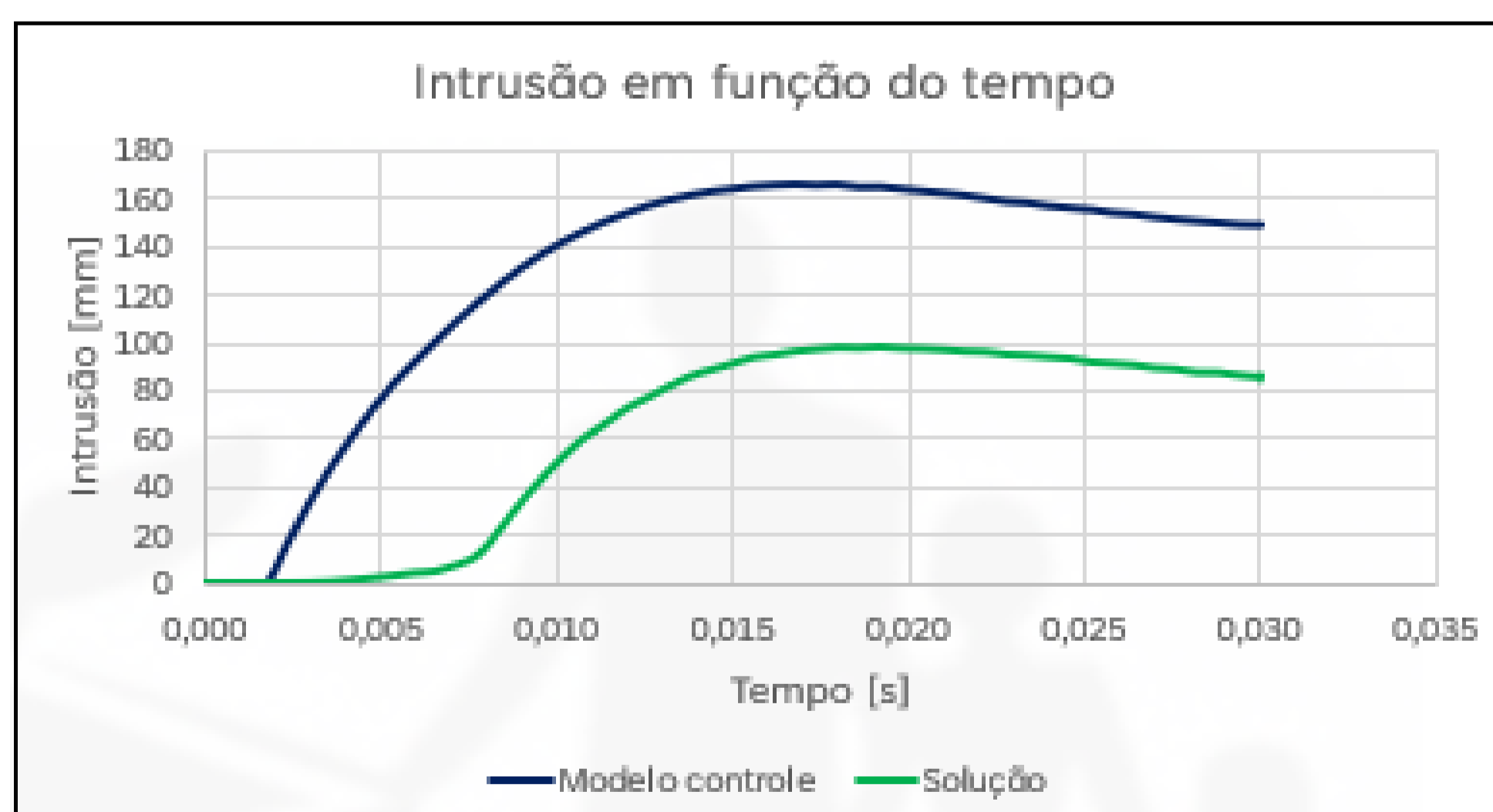
Fonte: Autoria própria

A simulação foi realizada no software "LS-Dyna" e sua malha foi configurada em 66.180 elementos, sendo estes elementos do tipo casca e quadráticos. Houve um maior refino na região da barra de impacto e seus suportes. A barreira de colisão foi considerada como um corpo rígido e a rotação da carroceria foi limitada em seu eixo "z", a velocidade de impacto em questão é de 38 km/h e a massa do skid causador da colisão foi de 1.100 kg conforme as normas R34 e GB20072-2006.



Fonte: Autoria própria

Foi observado uma intrusão máxima de 166 mm para o modelo sem a melhoria proposta, chamado de modelo controle. Já no modelo com a melhoria, a intrusão passou a ser cerca de 98 mm, representando uma melhoria de aproximadamente 40% na intrusão.



Fonte: Gráfico de Autoria Própria

Intrusão máxima [mm]		
Modelo controle	Melhoria proposta	Diferença [%]
166,38	98,36	40,89

No gráfico 2 é possível observar a absorção de energia realizada somente pelo conjunto "crashbox", observa-se que os suportes absorvem muito mais energia do que a barra de impacto. Isto pode ser explicado pela baixa deformação plástica sofrida

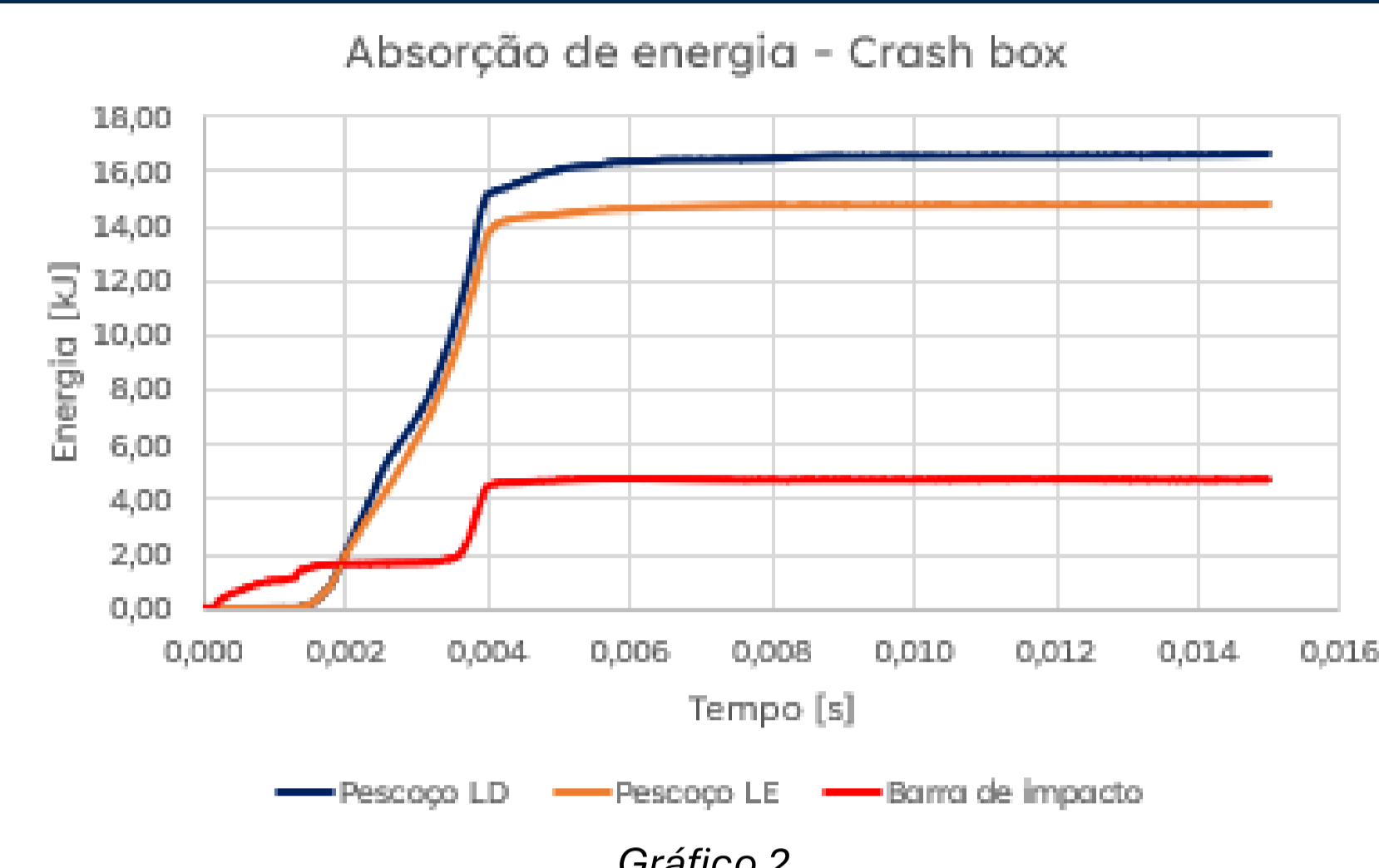


Gráfico 2

Pela barra devido à ausência de zonas de deformação programáveis que, por sua vez, podem ser atribuída à sua geometria em estudos futuros.

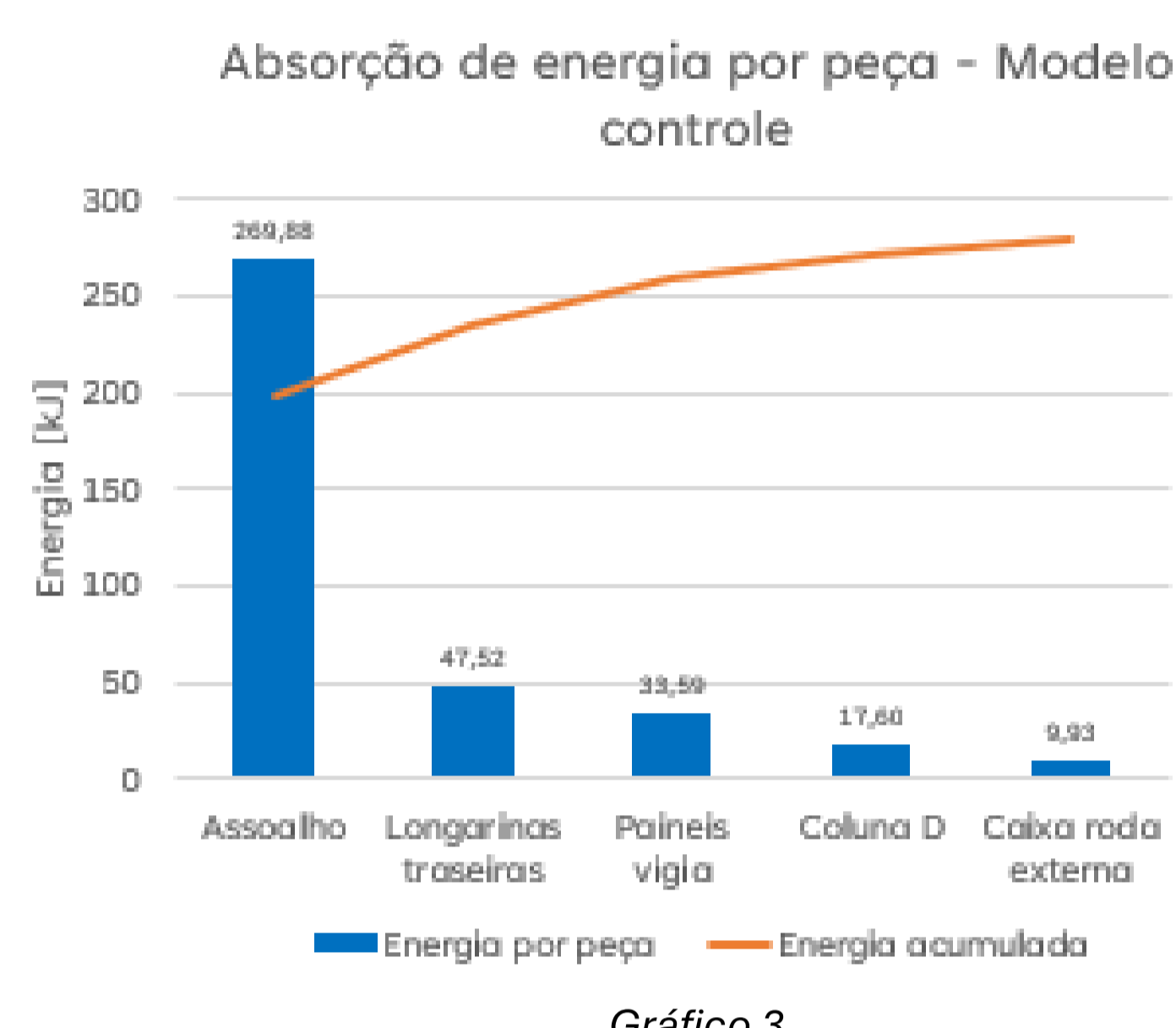


Gráfico 3

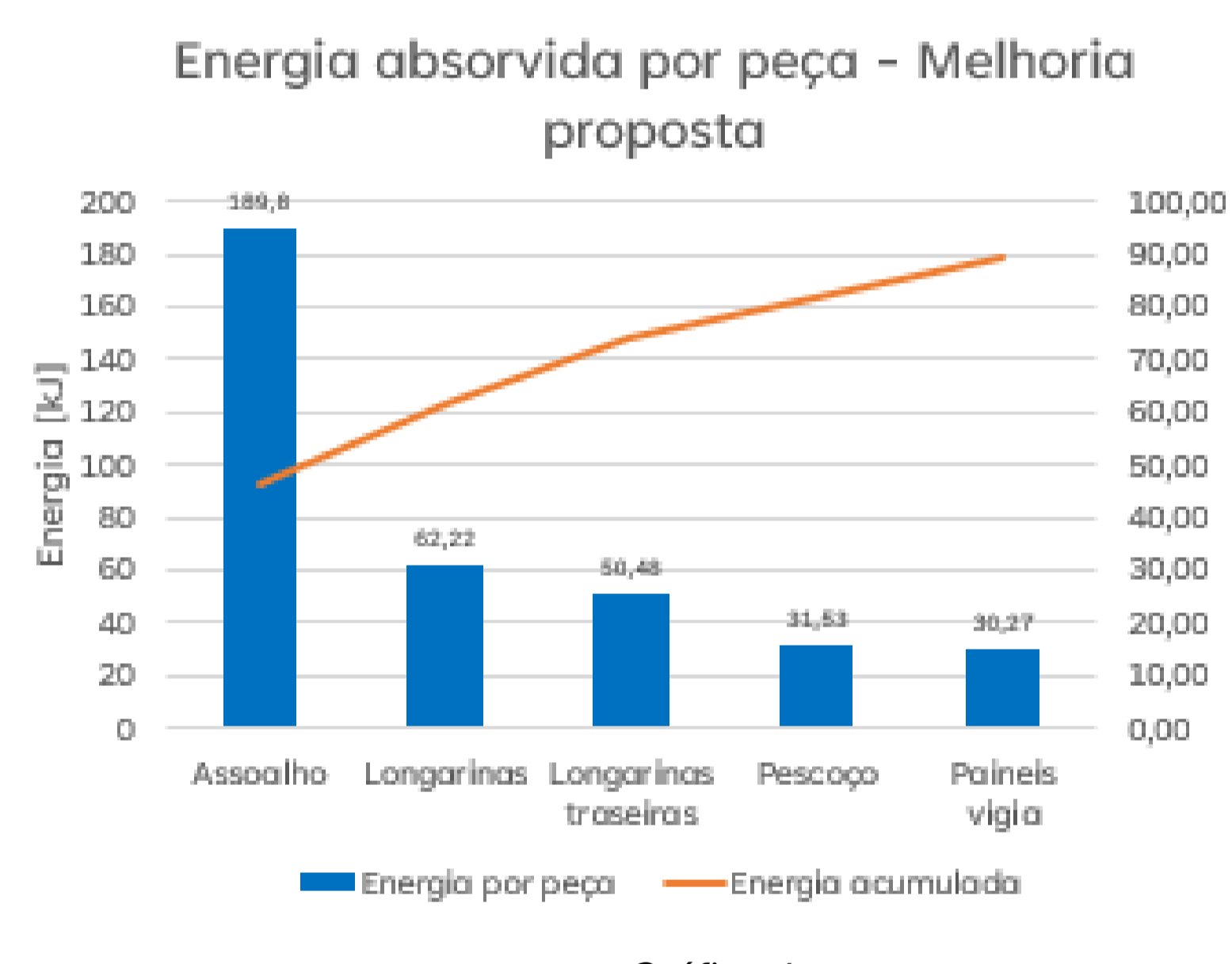


Gráfico 4

Através dos gráficos 3 e 4, observa-se que as 5 peças, ou conjunto de peças, com maior absorção de energia representam pouco mais de 90% (93%) de toda a energia absorvida pelo veículo durante o impacto, sendo que o assoalho do veículo sozinho recebe 66% desta energia. Já para o modelo com a melhoria proposta, vale destacar que a energia absorvida pelo assoalho caiu e agora representa 46% de toda a energia absorvida pelo veículo. Isso pode ser explicado por conta de uma melhor distribuição da energia causada pelas alterações propostas pela melhoria.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a combinação de uma placa atenuadora de impacto com materiais de maior absorção de energia é uma solução eficaz para reduzir a intrusão e aumentar a absorção de energia em colisões traseiras. As simulações mostraram melhorias significativas tanto em cenários de baixa quanto de alta velocidade, com reduções de intrusão de 40% e 16%, respectivamente.

Além dos benefícios em termos de segurança, a proposta se destaca por sua viabilidade técnica e potencial de implementação prática. O custo total da solução ficou em aproximadamente R\$ 92,32 por carroceria, o que a torna economicamente viável. Apesar do uso de materiais avançados, não há necessidade de alterações no design do veículo, o que facilita a implementação da solução. Portanto, a implementação completa desta solução só poderia ser aplicada em projetos novos. Em projetos já existentes não seria viável a alteração do material da carroceria, apenas a adição da placa atenuadora.

