

Projeto ATROS – Sistema Antitombamento para Caminhões

Alunos: Bruno Mille, Caio Pereira, Claudio Rodrigues, Fernando Silva, Gabriel Facci, Guilherme Strefezza, Marcos Perez, Roney Brandão, Valmir Carvalho – projetoatros@hotmail.com

Orientador: André de Souza Mendes – asmendes@fei.edu.br

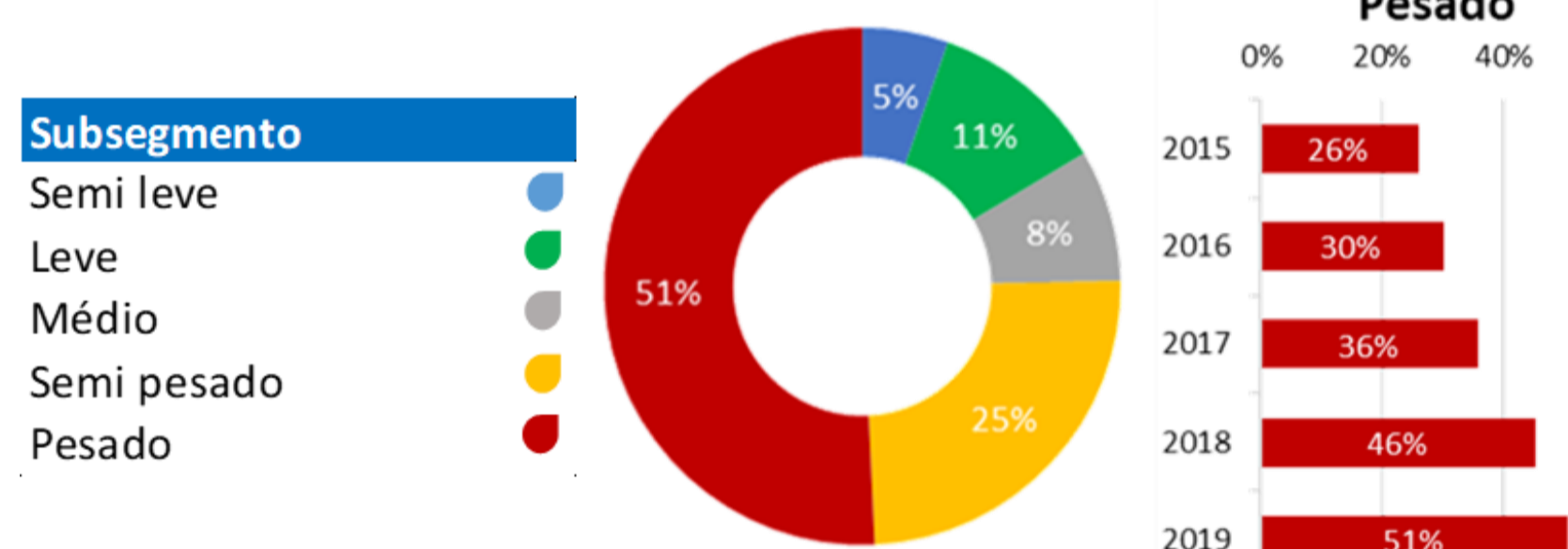
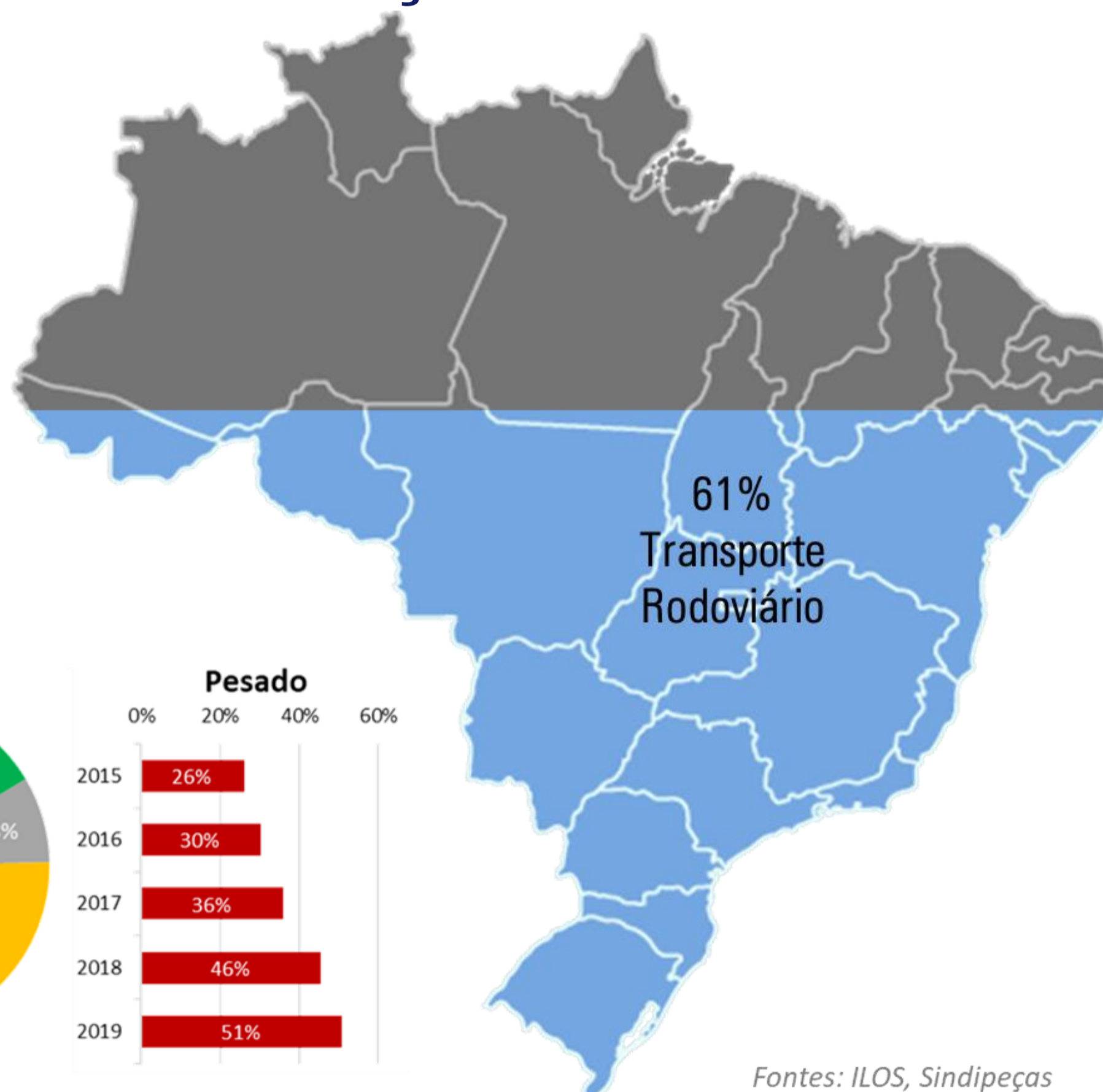
TEMA:

O Projeto ATROS é focado no desenvolvimento de uma solução de segurança veicular, envolvendo a aplicação de um sistema de controle eletrônico de estabilidade em caminhões pesados rígidos não articulados, que pode ser adotada para reduzir a incidência de tombamentos e consequentemente o número de vítimas fatais em acidentes rodoviários. Para tanto, realizou-se uma ampla revisão bibliográfica sobre as áreas de dinâmica veicular e freios visando desenvolver uma proposta baseada na frenagem diferencial das rodas do veículo.

CONTEXTUALIZAÇÃO:



Veículo alvo:
Caminhão Simples
8t a 29t
570 mil



Fontes: ILOS, Sindipeças

Embora a matriz de transportes nacional seja muito diversa, o modal de transporte rodoviário ainda é majoritária, ao todo são 2.209.440 caminhões circulando pelo país. Deste total, 570.097 são caminhões pesados rígidos não articulados, o tipo de veículo alvo do projeto, com participação expressiva e crescente nos últimos anos na frota nacional.

Um dos principais riscos do transporte rodoviário está relacionado aos acidentes nas rodovias, sendo o tombamento o segundo maior tipo de acidentes envolvendo caminhões, tendo uma distribuição como observável abaixo:

Entre 2007 e 2018:
Rodovias Federais

Custos dos tombamentos ao país:

30 mil tombamentos

2.780 **MORTES**



R\$ 670 milhões
ao ano (em média)

Fontes: CNT, Polícia Federal, Seguradora Líder – DPVAT, IPEA

Sendo assim, soluções envolvendo o tema de prevenção de tombamentos ainda se mostram em relevância, sendo o caminho escolhido pelo grupo considerando um tipo diferente de veículo alvo, levando em conta também a crescente idade média da frota nacional de caminhões.

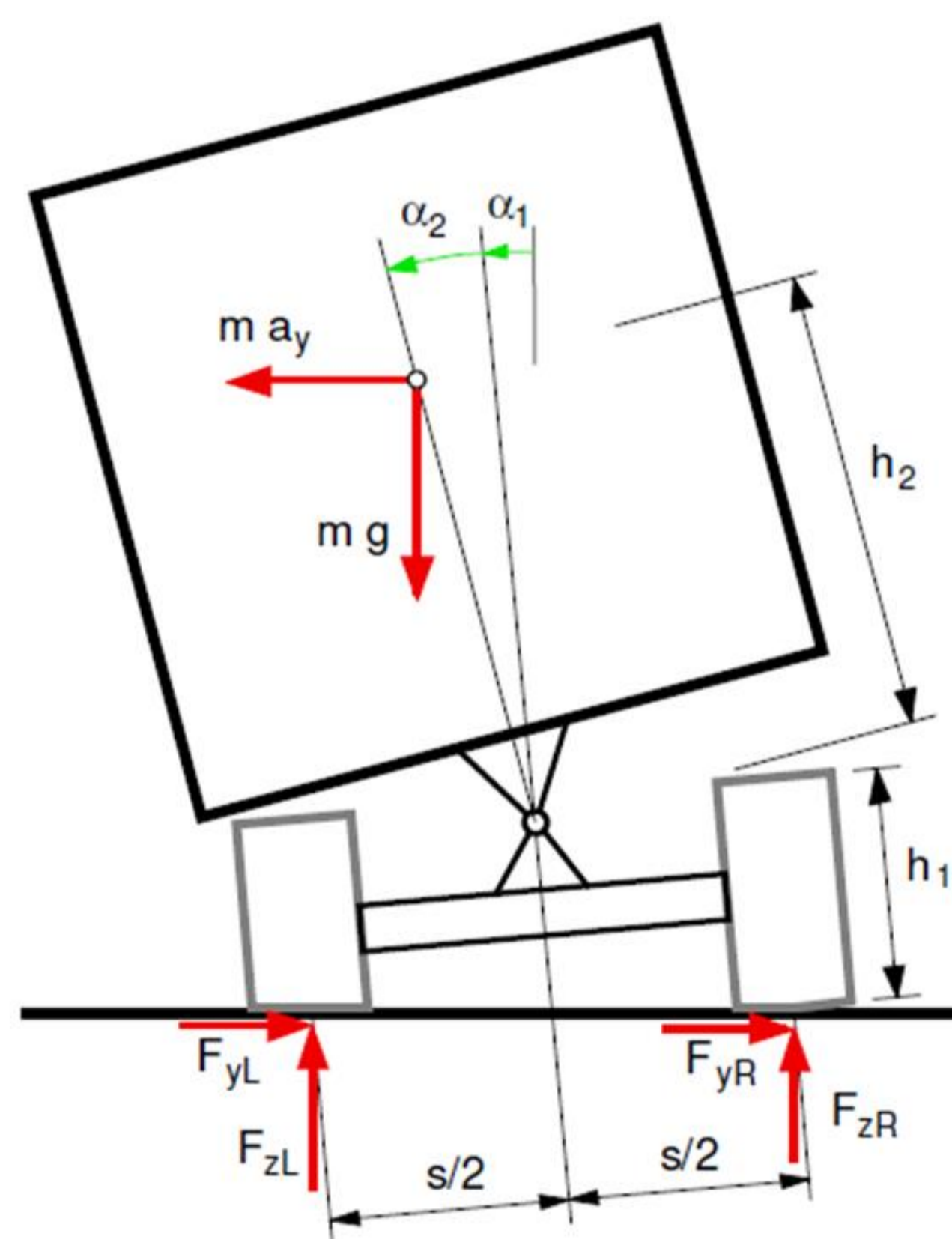
O PROBLEMA:



Fonte: Modificado pelos autores a partir de IMMI NET

Analisando o tombamento é possível separá-lo em etapas:

- 1 – Início da trajetória curvilínea;
- 2 – Rolagem da carroceria e transferência de carga das rodas internas para as externas à curva;
- 3 – Perda de contato das rodas internas com o solo;
- 4 – Ocorrência do tombamento.



Fonte: RILL, G. Vehicle Dynamics, pag. 156.

Utilizando o modelo de Georg Rill para estudar o comportamento dinâmico do caminhão a fim de entender o fenômeno do tombamento, é possível tomar como premissa que o tombamento quase estático se tem origem quando a normal da roda interna à curva se iguala a zero, isso ocorre devido à ultrapassagem de uma condição de ângulo de rolagem limite e/ou aceleração lateral máxima no veículo.

Assim, com a bibliografia consultada e apoiando-se na realização da ferramenta dos “5 Porquês”, é possível obter as definições oficiais abaixo:

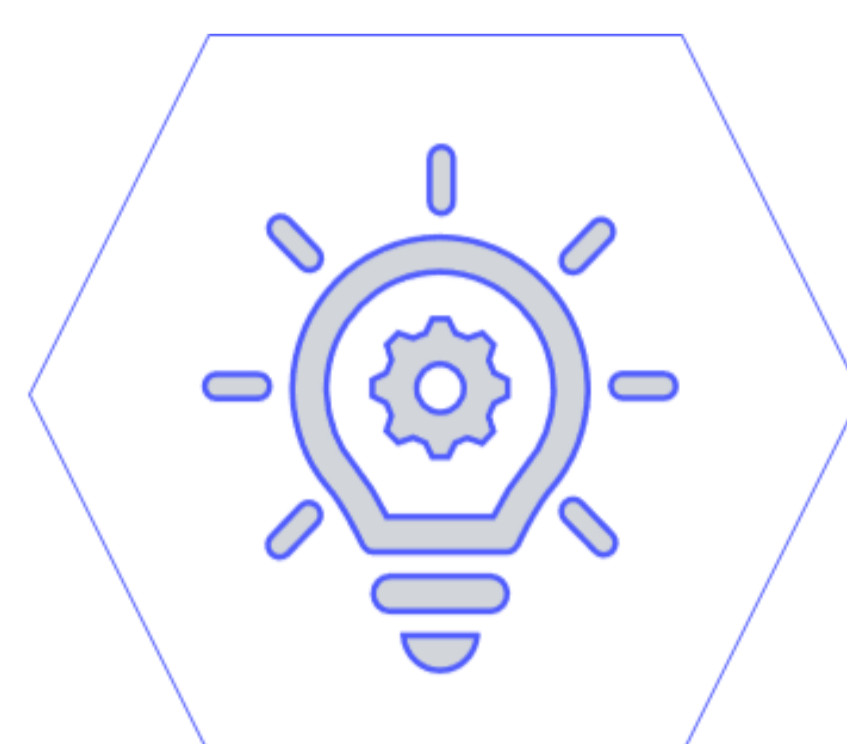
Problema:

O tombamento lateral do caminhão, pois ele supera o ângulo de rolagem limite e/ou aceleração lateral máxima para o tombamento.



Proposta:

Desenvolver uma solução de engenharia que seja capaz de evitar o tombamento de forma preventiva, atuando de forma emergencial.

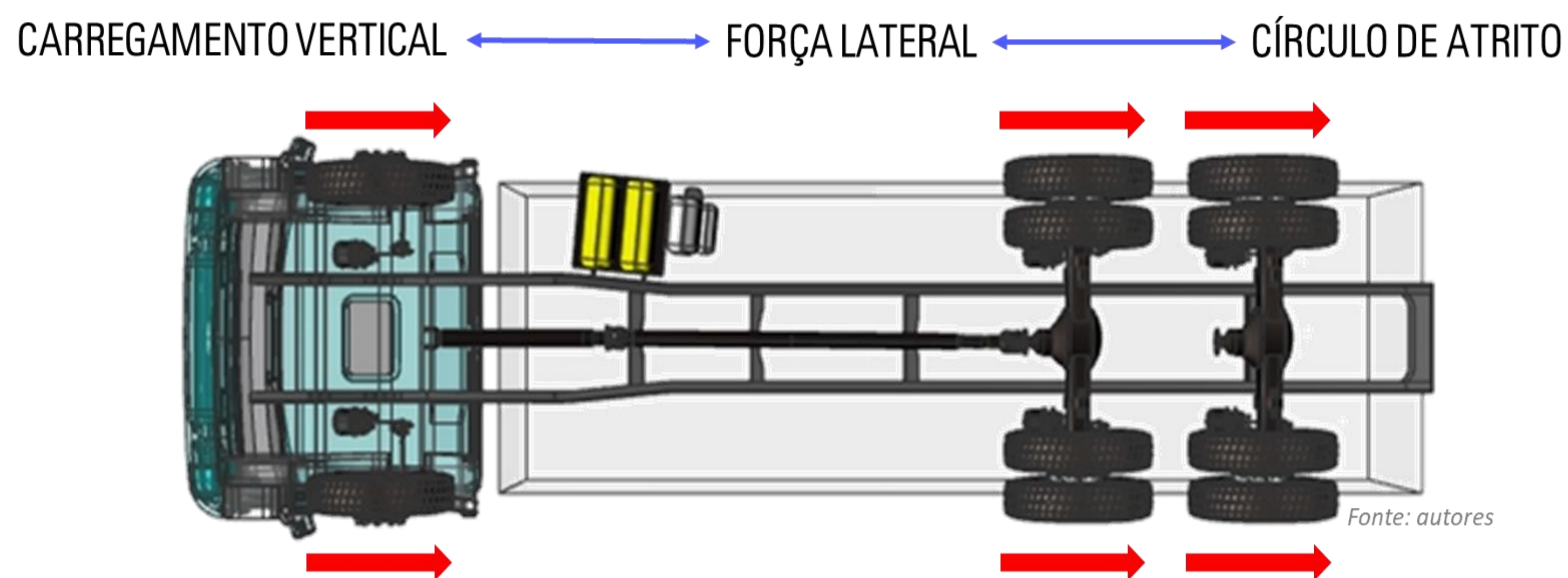


Para mais informações e trabalho na íntegra acesse nosso site: www.projetoatros.wixsite.com/projetoatros

Projeto ATROS – Sistema Antitombamento para Caminhões

Alunos: Bruno Mille, Caio Pereira, Claudio Rodrigues, Fernando Silva, Gabriel Facci, Guilherme Strefezza, Marcos Perez, Roney Brandão, Valmir Carvalho – projetoatros@hotmail.com
Orientador: André de Souza Mendes – asmendes@fei.edu.br

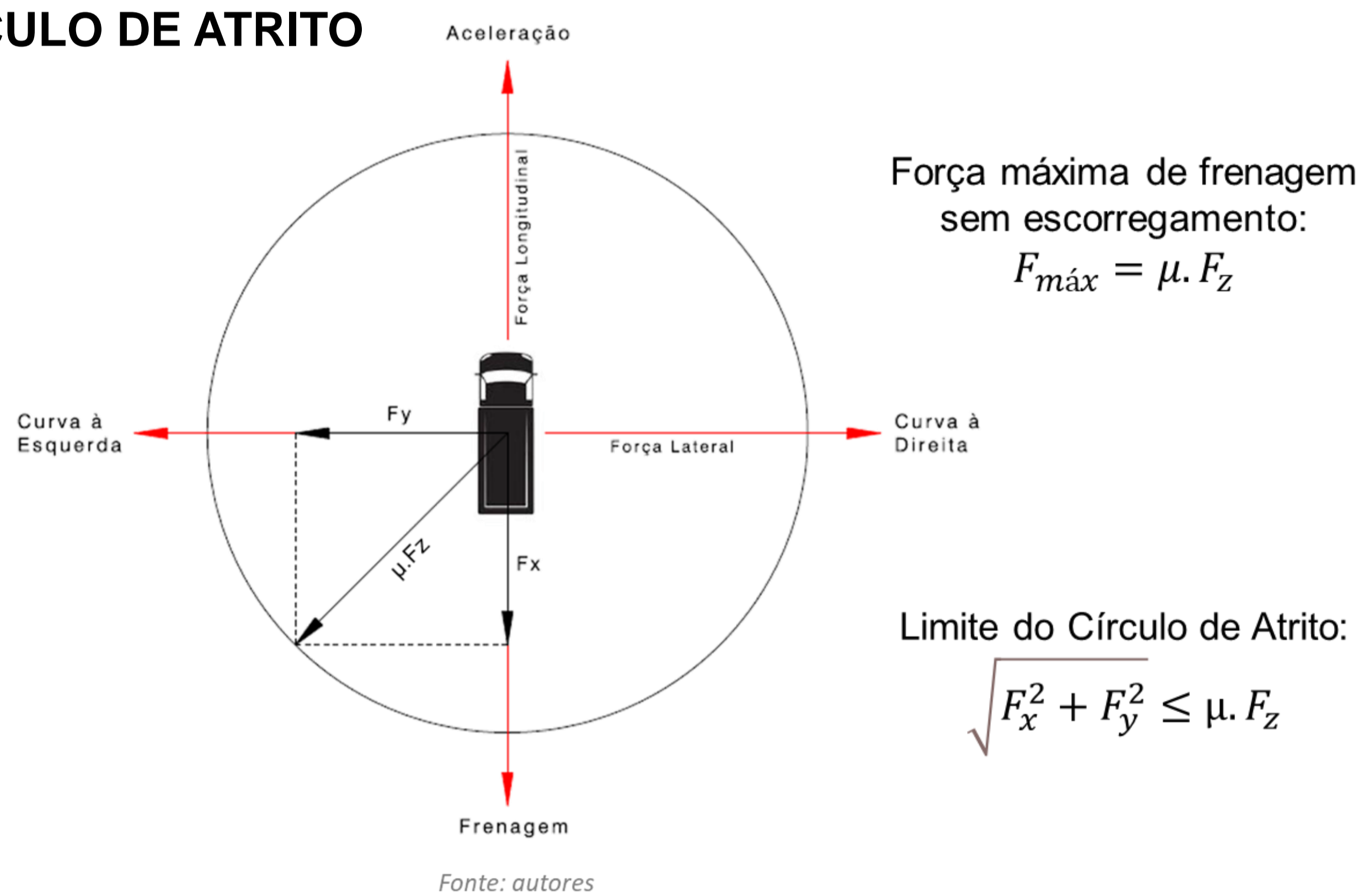
METODOLOGIA:



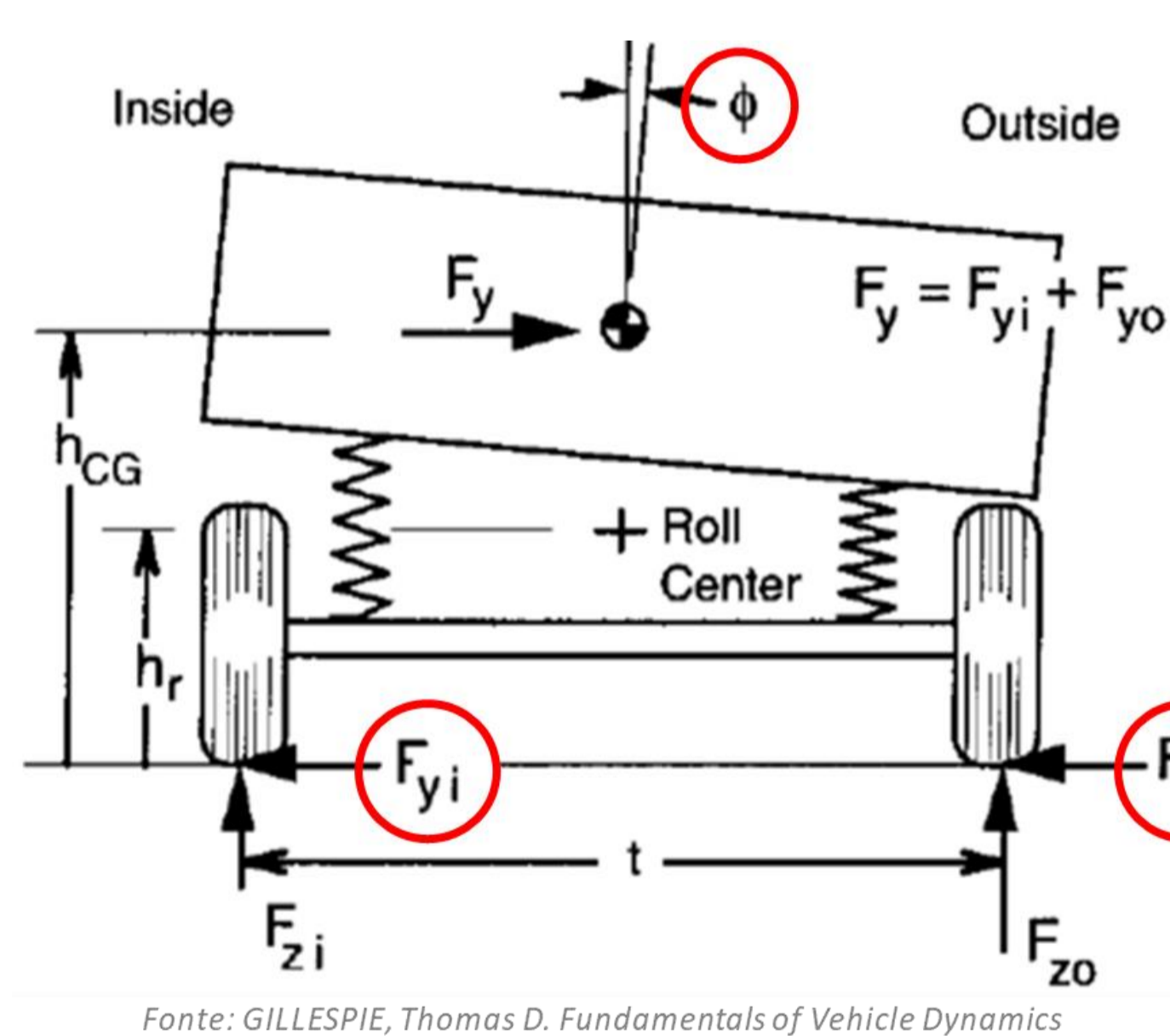
MÁXIMA FORÇA LONGITUDINAL APLICÁVEL PARA A FRENAGEM SEM QUE OCORRA O ESCORREGAMENTO.

De posse de dados do veículo como massa, bitola e principalmente a altura do CG juntamente da literatura consultada, foi encontrado o caminho para a máxima força longitudinal para a frenagem sem que ocorra o escorregamento dos pneus, apoiando-se no círculo de atrito, equações de carga vertical e na força lateral desenvolvida durante a curva.

CÍRCULO DE ATRITO

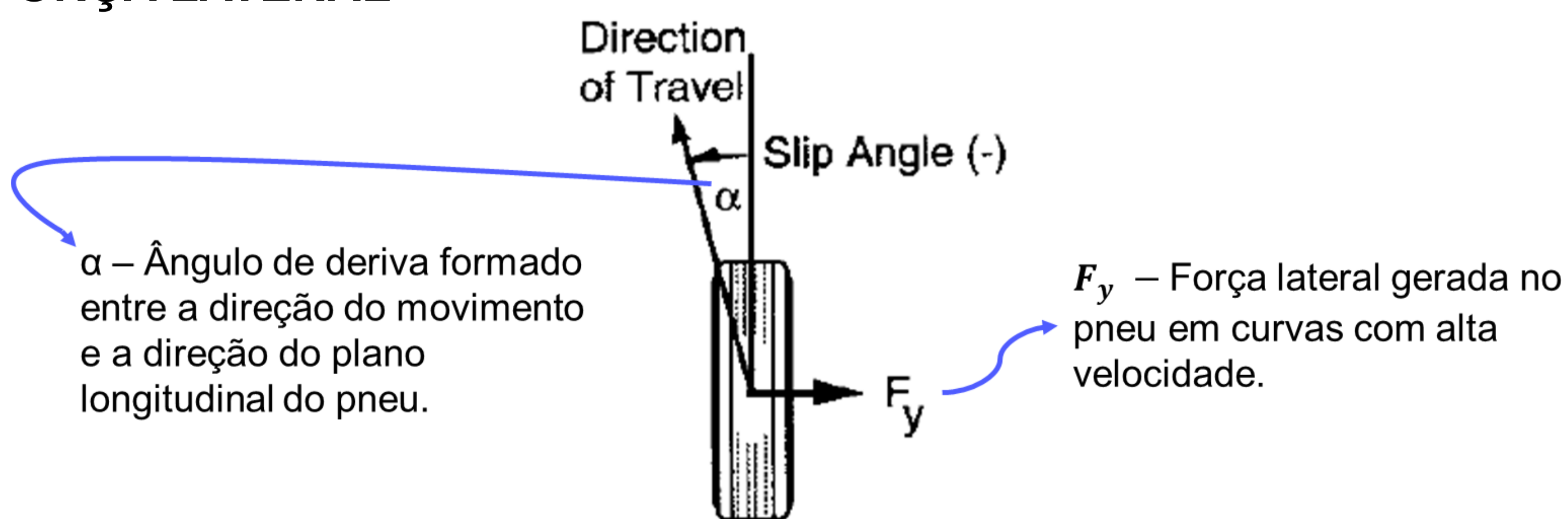


CARREGAMENTO VERTICAL



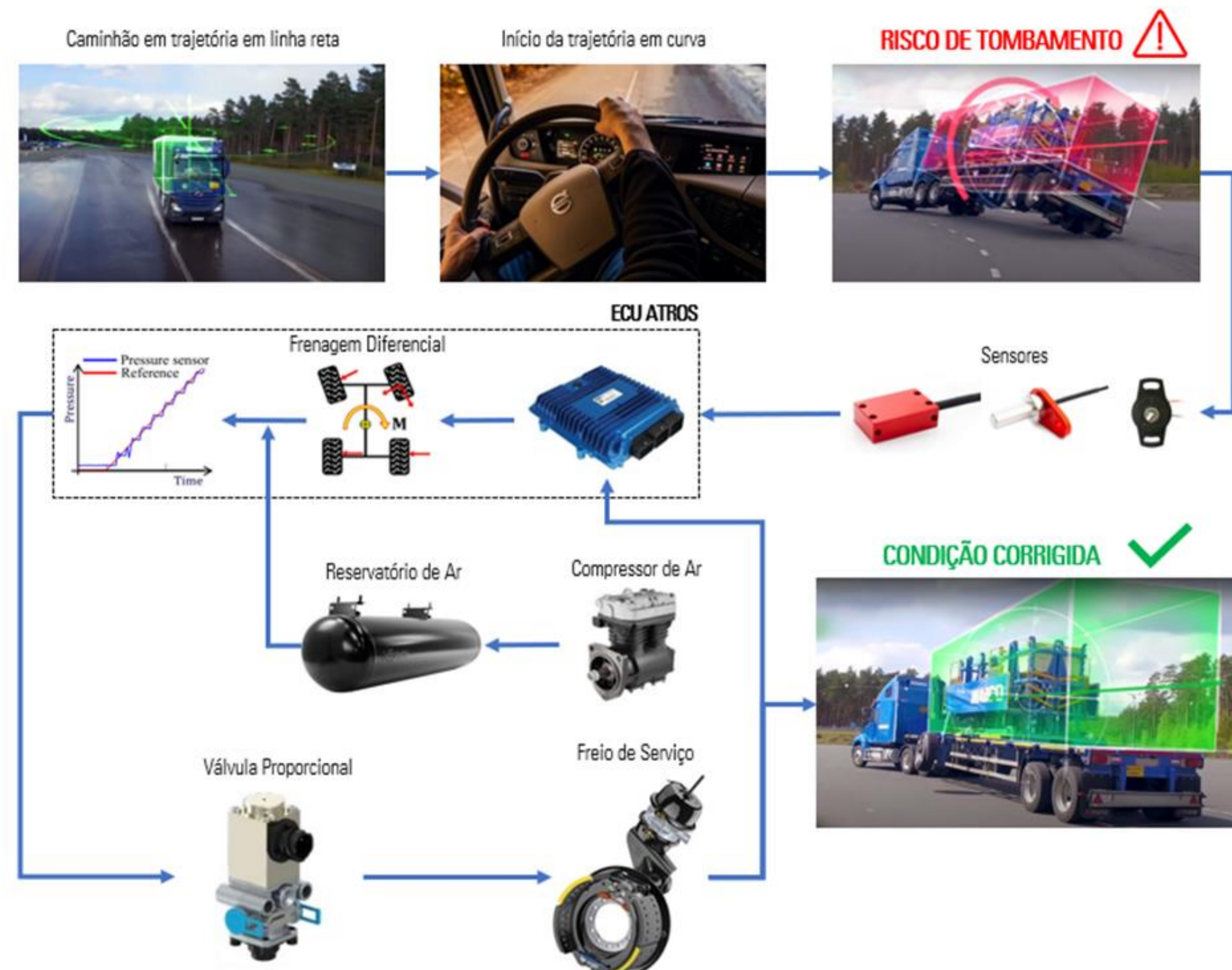
As equações são obtidas através da aplicação do TMA para cada eixo do veículo, elas representam a soma da carga estática (veículo parado), a transferência de carga lateral pela diferença de força lateral e rolagem da carroceria e a transferência de carga longitudinal que depende da desaceleração do veículo.

FORÇA LATERAL



Fonte: GILLESPIE, Thomas D. Fundamentals of Vehicle Dynamics

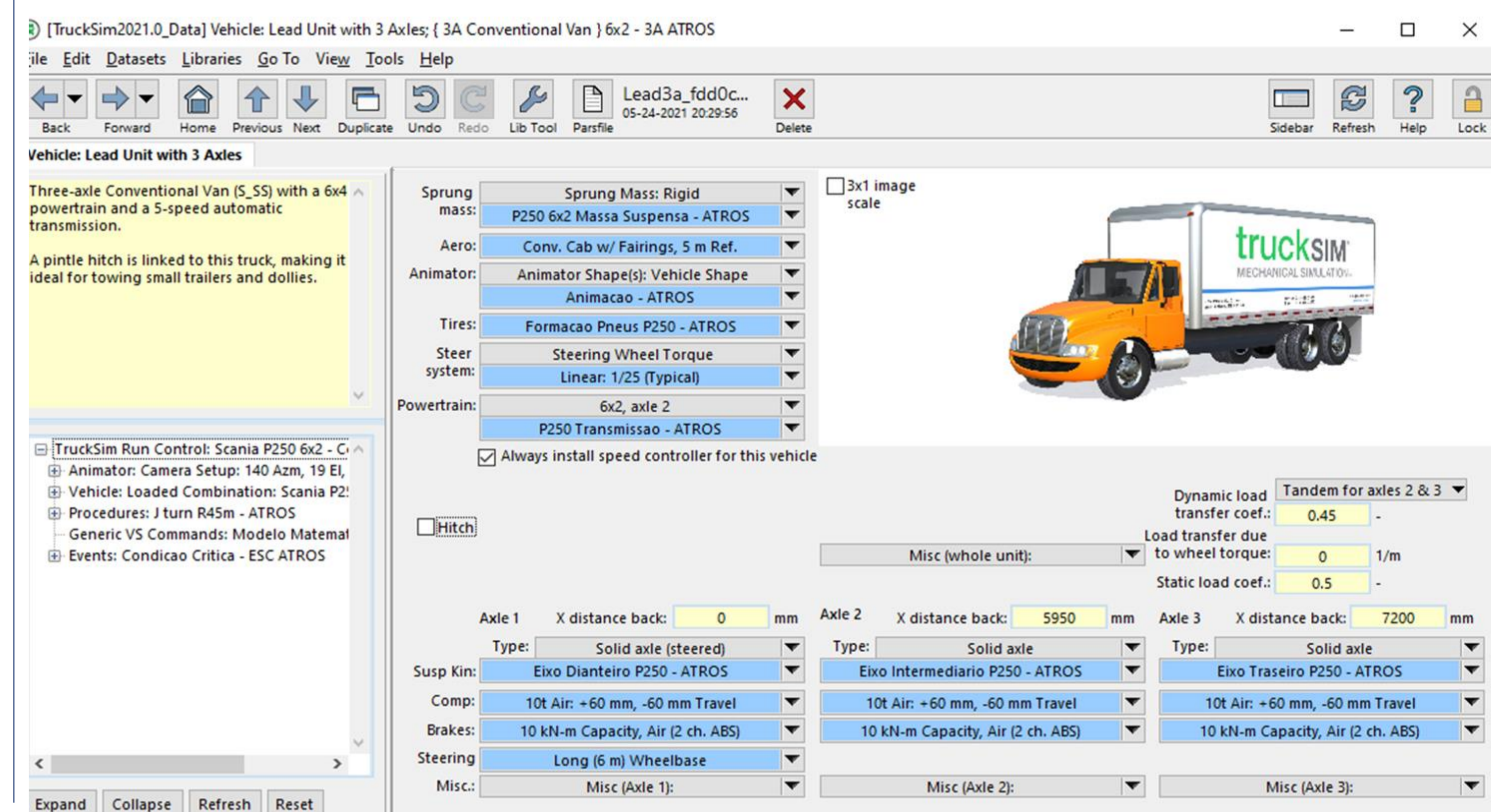
FUNCIONAMENTO DO SISTEMA PROPOSTO:



Sensores instalados no veículo acompanham as condições do caminhão em curva e alimentam uma ECU que, ao identificar a condição iminente de tombamento, inicia a frenagem do veículo através do sistema pneumático de freio com a pressão adequada também calculada pelo sistema, reduzindo sua velocidade e conseqüentemente a aceleração lateral, havendo uma retroalimentação das informações para a ECU, em um looping. Dessa forma, a condição limite de tombamento não é atingida e o veículo pode continuar o contorno da curva de forma segura.

SIMULAÇÕES E PROTÓTIPO VIRTUAL:

Através da criação de algoritmos em VS Commands, linguagem nativa do software TruckSim, foi possível comprovar o funcionamento do sistema e obter os resultados esperados.



Para mais informações e trabalho na íntegra acesse nosso site: www.projetoatros.wixsite.com/projetoatros

Projeto ATROS – Sistema Antitombamento para Caminhões

Alunos: Bruno Mille, Caio Pereira, Claudio Rodrigues, Fernando Silva, Gabriel Facci, Guilherme Strefezza, Marcos Perez, Roney Brandão, Valmir Carvalho – projetoatros@hotmail.com
Orientador: André de Souza Mendes – asmendes@fei.edu.br

RESULTADOS OBTIDOS:

Foram comparados dois veículos idênticos realizando a mesma manobra de curva, porém um sem o sistema e outro com o Sistema ATROS em funcionamento.

PARA VEÍCULOS COM MESMA VELOCIDADE:

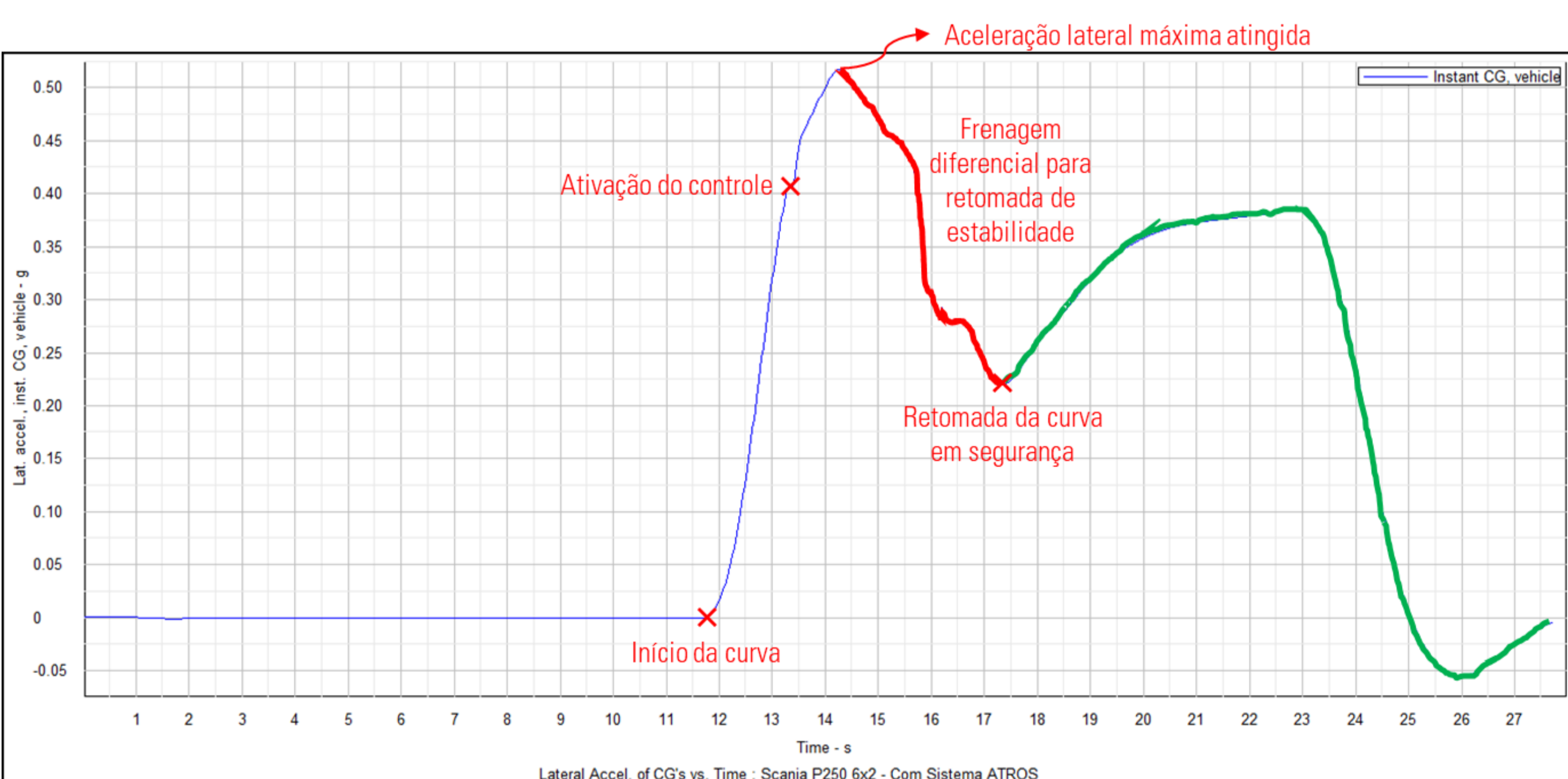


Caminhão em **vermelho** sem o sistema ATROS a 58km/h;
 Caminhão em **azul** equipado com o sistema ATROS a 58km/h;
Redução de 9% da aceleração lateral gerada durante curva.

PARA VELOCIDADE MÁXIMA PARA FUNCIONAMENTO:



Caminhão em **vermelho** sem o sistema ATROS a 58km/h;
 Caminhão em **azul** equipado com o sistema ATROS a 65km/h;
Velocidade de entrada de curva de até 12% maior.



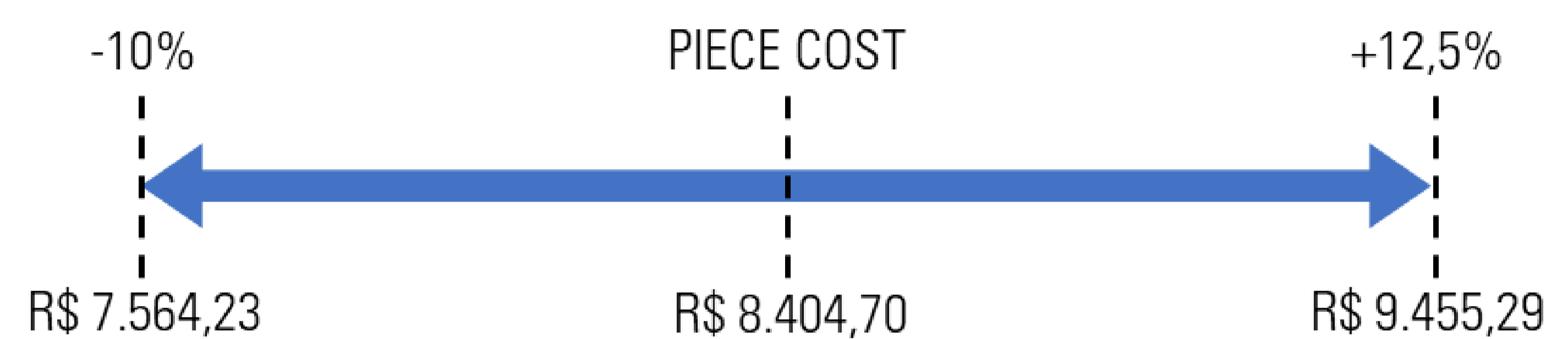
Analisando o gráfico de aceleração lateral do veículo pode-se entender seu comportamento com o acionamento do sistema, após o início da curva o sistema é acionado quando o veículo atinge uma aceleração lateral de $0,4\text{m/s}^2$ definida previamente, após o pico de aproximadamente $0,51\text{m/s}^2$ de aceleração lateral (valor inferior ao de $0,56\text{m/s}^2$ identificado anteriormente como sendo o limite), há uma redução brusca nesse parâmetro devido a frenagem diferencial realizada, permitindo o veículo voltar a acelerar retomando a curva em segurança.

CUSTOS ESTIMADOS DO PROJETO:

PIECE COST

Quantidade	Descrição	Custo
1	Acelerômetro	R\$ 86,47
1	Potenciômetro Angular	R\$ 40,35
1	Montagem	R\$ 31,50
1	Software ATROS	R\$ 8.246,38
TOTAL		R\$ 8.404,70

ANÁLISE PELO CONE DA INCERTEZA



BREAK EVEN NO 13º MÊS
PAYBACK ENTRE O 15º E O 16º MÊS

VANTAGENS E INOVAÇÃO:

- Redução do número de tombamentos de caminhões nas estradas brasileiras
- Redução das mortes causadas pelos tombamentos de caminhões
- Redução nos custos relacionados ao tombamento para os frotistas e ao estado
- Velocidade de entrada de curva de até 12% maior do que em comparação com o veículo sem o sistema ATROS
- Ganho de estabilidade lateral devido a redução de até 9% da aceleração lateral gerada durante trajetórias curvilíneas
- Ciclo de vida do produto: 2010 (original) vs 2020 (retrofit)

MODELOS DE NEGÓCIOS:

- B2B**
Business to Business
 Montadoras de veículos comerciais pesados, frotistas e transportadoras
- B2C**
Business to Consumer
 Clientes diretos que queiram instalar a solução em seu veículo

Fontes de receita: venda do software ATROS, treinamentos e suporte com manutenções.

Para mais informações e trabalho na íntegra acesse nosso site: www.projetoatros.wixsite.com/projetoatros