

METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO DE UM MODELO MULTICORPOS NO ADAMS VIEW PARA UM PROTÓTIPO TIPO BAJA

XIII Congresso de Engenharias

(Bianca Dias Rocha)¹, (Luiz Fernando Aguiar Nogueira)¹, (Douglas Felipe Carvalho)¹

(Prof. Dr. Luiz Gustavo Monteiro Guimarães.)¹

¹ Universidade Federal de São João Del Rei , Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João Del Rei,
Minas Gerais, 36307-352

E-mail: bianca.diasrochaa@gmail.com.

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar a aplicação de uma metodologia de confiabilidade estrutural no desenvolvimento de um protótipo Baja, com foco no dimensionamento baseado em por simulação numérica. O estudo teve como foco analisar o comportamento dinâmico do veículo por meio de simulações virtuais, permitindo avaliar os esforços sofridos pelo sistema antes da construção física do protótipo. A metodologia foi dividida em seis etapas principais: importação das geometrias tridimensionais a partir do SolidWorks®, definição das juntas e vínculos entre os componentes, representação das massas e inércias, modelagem dos pneus, modelagem da pista de simulação e a retirada de dados. As propriedades físicas foram determinadas a partir do modelo CAD e aplicadas ao ambiente do Adams/View, assegurando a coerência entre as características geométricas e dinâmicas. Os resultados indicam que o processo de modelagem no software permite representar com fidelidade os movimentos e interações entre os subsistemas do veículo, possibilitando a retirada de dados e parâmetros de projeto, sendo uma ferramenta eficiente para o aprimoramento de projetos automotivos em estágios iniciais de desenvolvimento.

Palavras-chave: Baja, Adams View , Simulação dinâmica, Dinâmica veicular, Multicorpos, Confiabilidade estrutural.

ABSTRACT

This paper aims to present the application of a structural reliability methodology in the development of a Baja prototype, focusing on design based on numerical simulation. The study focused on analyzing the dynamic behavior of the vehicle through virtual simulations, allowing the evaluation of the loads experienced by the system prior to the physical construction of the prototype.

The proposed methodology was divided into six main stages: importing the 3D geometries from SolidWorks®, defining joints and constraints between components, representing mass and inertia properties, tire modeling, track modeling, and data extraction. The physical properties were determined from the CAD model and applied to the Adams/View environment, ensuring consistency between the geometric and dynamic characteristics.

The results indicate that the modeling process in the software accurately represents the movements and interactions between the vehicle subsystems, allowing the extraction of essential design parameters. Therefore, this methodology proves to be an efficient tool for improving automotive projects in the early stages of development.

Keywords: Baja, Adams View, Dynamic simulation, Vehicle dynamics, Multibody systems, Structural reliability.

1 Introdução

O desenvolvimento de protótipos automotivos *off-road*, como os veículos Baja, demanda a integração entre diferentes subsistemas — suspensão, chassi, direção e transmissão — de forma a garantir robustez estrutural e desempenho dinâmico adequados. Entretanto, a etapa de validação física desses sistemas é, muitas vezes, onerosa e demorada. Nesse contexto, a aplicação de métodos numéricos e simulações virtuais tem se tornado uma ferramenta essencial no processo de projeto.

O Adams View, *software* de simulações dinâmicas multicorpos, permite analisar o comportamento de sistemas mecânicos compostos por diversos componentes interconectados. Através dele, é possível obter informações sobre esforços, acelerações e deslocamentos antes da construção do protótipo, fornecendo dados fundamentais para o dimensionamento estrutural e a otimização de desempenho.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver e aplicar uma metodologia de modelagem multicorpos no Adams View para um veículo do tipo Baja, de modo a extrair forças e parâmetros dinâmicos utilizados no dimensionamento estrutural do protótipo. O estudo descreve as principais etapas da modelagem, desde a importação das geometrias CAD (Computer-Aided Design), até a configuração dos vínculos, pneus e condições de simulação, buscando consolidar um procedimento de análise eficiente e aplicável ao contexto acadêmico e de engenharia veicular.

2 Metodologia

A metodologia foi dividida em seis etapas principais:

1. Importação das geometrias do protótipo;
2. Definição das juntas e vínculos mecânicos;
3. Representação das propriedades de massa e inércia;
4. Modelagem dos pneus;
5. Construção da pista;
6. Retirada de dados.

Essas etapas foram conduzidas de forma integrada nos *softwares* SolidWorks® e Adams View. O primeiro foi utilizado para a obtenção das propriedades geométricas e físicas dos componentes, enquanto o segundo foi responsável pela modelagem dinâmica, permitindo a análise dos movimentos e interações entre os subsistemas.

2.1 Importação das geometrias

O desenvolvimento do modelo multicorpos iniciou-se com a criação das geometrias tridimensionais do veículo no *software* SolidWorks®, representando os principais subsistemas do protótipo: chassi, suspensão, direção e transmissão. O modelo CAD serviu de base para a extração das propriedades geométricas e físicas que seriam posteriormente utilizadas no ambiente de simulação.

As geometrias foram exportadas em formato Parasolid (.x_t), garantindo compatibilidade com o Adams View. No momento da importação, foram configuradas as unidades no Sistema Internacional (SI) e ajustada a direção da gravidade de acordo com o sistema de coordenadas do *software*.

O chassi foi importado como um único corpo rígido, representando a estrutura principal do veículo, enquanto os subsistemas móveis — como componentes de direção, suspensão e transmissão — foram trazidos de forma separada.

Essa abordagem facilita a manipulação dos componentes, considerando todos os tubos da gaiola como um corpo único sem precisar representar os pontos de solda e nos componentes dinâmicos simplificando a definição de movimentos relativos entre eles.

2.2 Definição de Juntas e Veículos

Após a importação, foi realizada a definição das juntas e vínculos entre os componentes. No Adams View, todos os corpos são considerados rígidos e possuem seis graus de liberdade (três translacionais e três rotacionais). Assim, o movimento relativo entre eles é controlado por elementos chamados *constraints* (vínculos) e *joints* (juntas).

Os vínculos restringem movimentos entre dois corpos, enquanto as juntas definem como esses corpos podem se mover entre si, representando o comportamento real de eixos, pivôs e articulações. Entre os principais tipos de juntas utilizadas estão:

Revolute Joint (Rotacional ou Pino): Permite a rotação em torno de um único eixo, tendo apenas 1 grau de liberdade e impede todas as translações e outras duas rotações, por exemplo, a dobradiça de uma porta e, é usado também permitir rotação entre dois corpos, como um braço de suspensão preso ao chassi.

Translation Joint (Junta Deslizante): A junta deslizante tem apenas um grau de liberdade, que permite o movimento linear ao longo de um eixo e bloqueia qualquer rotação, como se fosse um pistão dentro de um cilindro de motor, apenas se movimentando para frente e para trás. Essa função é geralmente usada para amortecedores.

Cylindrical Joint (Junta Cilíndrica): Essa função combina uma rotação e uma translação no mesmo eixo, tendo 2 graus de liberdade, mas

restringe as outras 4 direções. É muito utilizado para eixos que podem girar e se movem longitudinalmente, assim, como um eixo telescópico.

Spherical Joint (Junta Esférica ou Ball Joint): Permite rotação em qualquer direção, como um joystick, possui 3 graus de liberdade, mas restringe qualquer movimento de translação, essa função é muito utilizada para representar articulações com movimento angular em múltiplas direções, por exemplo, um pivô da bandeja de um carro.

Planar Joint (Junta Planar): Permite 3 graus de liberdade, duas translações e uma rotação em um mesmo plano, essa função restringe movimento perpendicular e as rotações fora dele, por exemplo, um bloco deslizando sobre uma mesa, a função é usada para quando um componente move em uma superfície plana.

Fixed Joint (Junta Fixa): Essa função não permite nenhum tipo de movimento entre os corpos, é usada para unir permanentemente duas peças, como se fosse uma solda. Não possui nenhum grau de liberdade, restringindo todo e qualquer movimento, essa função é geralmente usada para “colar” dois corpos como se fossem apenas um.

Universal Joint (Junta Universal ou Junta Cardan): Permite sua rotação em eixos perpendiculares, porém impede translações, tendo 2 graus de liberdade e restringindo todas as translações e uma rotação. A função permite rotação combinada em dois eixos, mas não simultaneamente em torno de ambas é geralmente usada em sistemas de transmissão para conectar eixos desalinhados, por exemplo, o eixo cardan de caminhões e carros 4x4.

Constant Velocity Joint (Junta de Velocidade Constante): É usada para transmitir rotação entre dois eixos que podem não estar alinhados, mantendo a mesma velocidade angular entre ambos, ou seja, não sofre variações de velocidade, sem vibrações ou oscilações. Esta função é muito usada em simulação de eixo de tração com articulação, suspensão, direção e

geralmente o eixo dianteiro do carro.

Screw Joint (Junta Parafuso ou Helicoidal): Ela combina movimento de rotação e linear (translação) ao mesmo tempo, mantendo uma relação fixa entre ambos, como um parafuso e uma porca, quando a porca rosqueia no parafuso, a mesma sobe e desce no corpo do parafuso. Com esta função podemos basicamente definir uma relação de passo, chamado de “lead”, que pode ser determinado quanto o corpo se move linearmente a cada rotação completa, um exemplo seria um macaco de rosca utilizado para levantar o carro para trocar pneu, pois girando uma haste faz com que o carro suba ou desça.

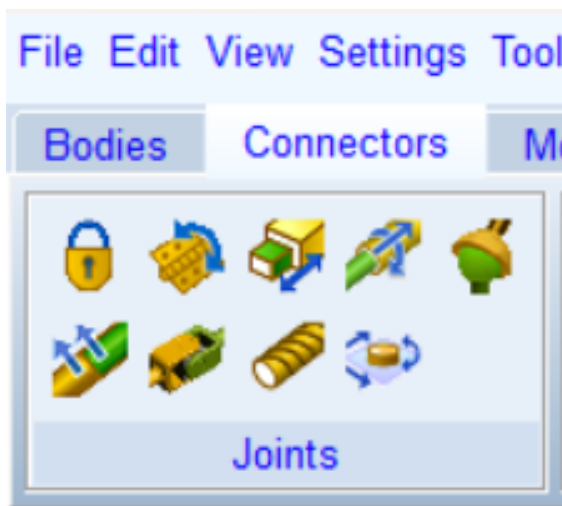


Figura 1 – Tipos de juntas e veículos disponíveis no software.

2.3 Representação das Massas e Inércias

O comportamento dinâmico do modelo é fortemente influenciado pelas massas e inércias associadas ao veículo. No entanto, a obtenção desses dados em fases iniciais de projeto, quando o protótipo ainda não está construído, representa um desafio. Uma alternativa prática consiste na utilização do *software* SolidWorks, que permite a estimativa desses parâmetros a

partir de uma montagem tridimensional do protótipo. Para que o cálculo seja confiável, é necessário que a montagem inclua todos os componentes que contribuam significativamente para o peso do veículo, bem como a correta definição dos materiais de cada peça.

O SolidWorks disponibiliza ferramentas para determinação tanto da massa total quanto das propriedades de inércia. Após a extração desses dados, os mesmos podem ser inseridos no Adams View. Para a definição da massa no ambiente de simulação, cria-se inicialmente um ponto que representa o centro de massa do veículo. Em seguida, associa-se a esse ponto uma geometria do tipo elipsóide, utilizada apenas como representação figurativa.

Por fim, os valores de massa e inércia obtidos no SolidWorks são atribuídos às propriedades desse elemento, assegurando que o modelo numérico reproduza adequadamente as características dinâmicas do protótipo.

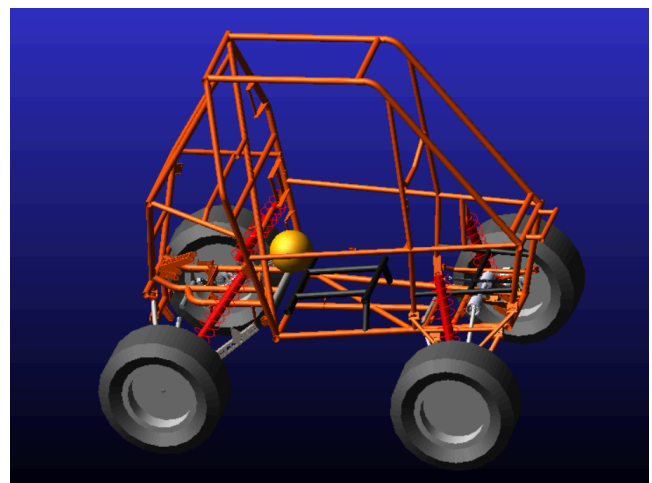


Figura 2 – Modelo com as massas e inércia.

2.4 Modelagem dos Pneus

Os pneus são responsáveis pela transmissão das forças de contato entre o solo e a estrutura do veículo, para seu dimensionamento o Adams

disponibiliza modelos de pneus pré-configurados, contudo, para que o modelo numérico se aproxime da realidade experimental, é imprescindível a utilização dos parâmetros específicos do pneu empregados na realidade.

No presente estudo, os pneus foram modelados a partir de um modelo pronto do Adams View, editando apenas as informações que mais afetam o comportamento dinâmico. Durante a configuração, foram inseridos os parâmetros geométricos e físicos do pneu, tais como raio estático, largura, raio do aro e relação de aspecto, conforme as especificações fornecidas pelo fabricante. Esses ajustes asseguraram que a rigidez vertical, a deformação e as características de aderência fossem representadas com precisão.

Os pneus foram posicionados nas extremidades dos eixos do veículo de acordo com as coordenadas obtidas a partir do modelo CAD. Essa etapa foi fundamental para permitir a extração dos esforços dinâmicos que serão utilizados posteriormente como entradas em análises estruturais, conectando diretamente a simulação multicorpos ao dimensionamento físico do veículo.

2.5 Modelagem da Pista

Para avaliar o comportamento dinâmico do modelo, foi necessário criar uma pista virtual que servisse de base para o contato dos pneus. Essa etapa foi realizada no módulo `vpg_roads` do Adams View, responsável pela definição do terreno sobre o qual o veículo se desloca.

Inicialmente, adotou-se uma pista plana como cenário de referência, possibilitando uma análise controlada dos movimentos básicos de rolagem, aceleração e frenagem. Esse tipo de pista é ideal para a fase inicial de modelagem, pois elimina irregularidades do solo e facilita a

observação isolada do comportamento dos subsistemas.

A pista foi vinculada ao *ground* do modelo, que funciona como o corpo fixo de referência dentro do ambiente de simulação. Foram definidos os parâmetros de orientação e posicionamento, de modo que o plano da pista se mantivesse perpendicular à direção da gravidade e alinhado aos eixos do veículo.

Com essa configuração, o Adams View pôde reproduzir as interações dinâmicas entre o pneu e o solo, gerando respostas de contato coerentes e fornecendo as condições necessárias para a avaliação dos esforços no protótipo.

2.6 Retirada de Dados

Após o dimensionamento do modelo multicorpos, foram realizadas simulações dinâmicas no Adams View com o objetivo de identificar os esforços máximos atuantes nos principais pontos do veículo. As simulações são feitas submetendo o veículo ao caso mais crítico que seu sistema pode sofrer, como batidas ou saltos.

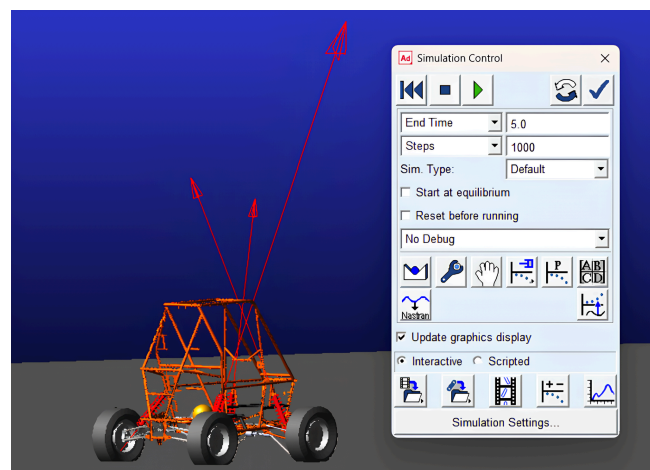


Figura 3 – Imagem dos esforços sofridos pelo modelo.

Por meio das ferramentas Measure e Plot do software Adams, foi possível registrar e analisar as variações de forças, momentos e acelerações

presentes em todas as juntas e vínculos do veículo ao longo do movimento simulado. Esses recursos permitem acompanhar o comportamento dinâmico do sistema em diferentes condições operacionais, permitindo a determinação dos maiores valores de esforço sofridos.

Em contrapartida, para os componentes rígidos do modelo, o software não fornece diretamente os valores de força interna, uma vez que esses elementos são considerados corpos indeformáveis na simulação multibody.

Os valores máximos obtidos nas juntas e vínculos foram utilizados como parâmetros de entrada para o dimensionamento estrutural do protótipo, representando as condições mais críticas de solicitação dinâmica. Esses resultados poderão, futuramente, ser validados

por meio de técnicas experimentais, como a extensometria, que permite a obtenção de dados de força e deformação em componentes submetidos a diferentes níveis de carregamento.

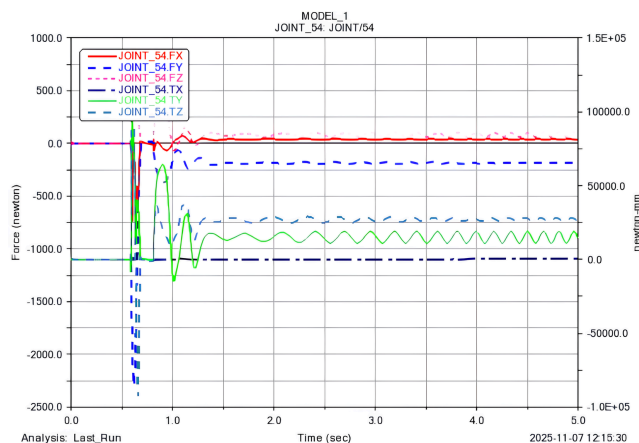


Figura 4 – Resultados obtidos em uma das juntas do modelo.

3 Conclusões

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento de um modelo multicorpos de um protótipo do tipo Baja no *software* Adams View, com foco na retirada de dados de parâmetros de projetos.

A metodologia adotada demonstrou que é possível realizar análises dinâmicas confiáveis ainda nas fases iniciais do projeto, possibilitando a avaliação do comportamento do veículo antes da construção física do protótipo. Essa abordagem permite reduzir custos e tempo de desenvolvimento, além de fornecer informações essenciais para as etapas preliminares de concepção, resultando em um projeto mais eficiente e com maior confiabilidade estrutural.

Trabalhos futuros poderão incluir a simulação de diferentes condições de terrenos, modificando a pista, e a comparação entre resultados simulados e experimentais obtidos em testes de campo.

4 Agradecimentos

Os autores agradecem ao projeto KomiKeto Baja pela oportunidade de aprender e desenvolver o conhecimento descrito no artigo e a todos os membros que já passaram pelo setor de Cálculo estrutural da equipe, em especial a Gabriel Z. B. L. Bueno por ensinar todo conhecimento aplicado no artigo.

5 Direitos Autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo das informações contidas neste artigo.

6 Referências

- [1] ZACARIAS, F. S. *Desenvolvimento de uma modelagem experimental para estimativa da vida útil de um pneu*. Dissertação (Mestrado em Eng. Mecânica) – UNICAMP, Campinas, 2021.
- [2] SILVA, R. C.; NUNES, M. A. A. *Módulo ADAMS/Car aplicado ao desenvolvimento de uma suspensão automotiva tipo Macpherson*. In: NUNES, M. A. A.; SILVA, R. C. (org.). *MSC ADAMS: Guia prático de utilização*. São Paulo: Edgard Blücher, 2014. p. 229–350. DOI: 10.5151/BlucherOA-MSCAdams-04.
- [3] PIRES, P.; SILVA, J. A. *Structural appraisal of baja prototype using resistive strain gauges and linear potentiometer*. *J. Eng. Exact Sci.*, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Prototype-at-15m-in-Adams-View-software-for-virtual-drop-test-a-Prototype-being_fig6_379815291. Acesso em: 15 out. 2025.