



PROJETO DE UM FÓRMULA SAE: UM ESTUDO DE CASO DA PESQUISA CIENTÍFICA REALIZADA POR ACADÊMICOS

Daniel J Laporte – daniel.laporte@ucdb.br
Fernando M Barbosa – montanare@gmail.com
Bruno P Rosa – probrunorosa@gmail.com
Alexandre N Santana – alexandre.ns16@gmail.com
Tiago L Carrijo – tlimacarrijo@gmail.com
Fabiano P Branco – pagliosa@gmail.com

Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Faculdade de engenharia mecânica, controle e automação e elétrica.
Av. Tamandaré, 6000, jd. Seminário
79117-900 – Campo Grande – MS

Resumo: *A Equipe Jacarés do asfalto de Fórmula SAE desenvolve seus trabalhos nas dependências da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB) e é importante instrumento para o desenvolvimento da engenharia automotiva no estado de Mato Grosso do Sul, sendo a primeira equipe do estado a desenvolver este protótipo. Além da aplicação de toda teoria ensinada em sala de aula, pertinente ao projeto de uma máquina, os alunos devem também seguir as regras e requisitos de segurança impostos pela SAE, órgão internacional que organiza a competição, que é um importante exercício para os estudantes de engenharia, o de desenvolver um projeto inovador cumprindo normas. O artigo tem como objetivo mostrar os benefícios que um projeto de pesquisa traz para os acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica. Uma análise sobre a interação entre as disciplinas do curso e o projeto, bem como avançadas ferramentas de engenharia que são utilizadas pelos alunos no projeto. A aplicação da teoria na prática foi alcançada, verificando a importância destas disciplinas no projeto do protótipo de fórmula SAE.*

Palavras-chave: *Formula SAE, Engenharia Mecânica, SAE Brasil.*

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





1. INTRODUÇÃO

A SAE, *society of automotive engineers*, é uma sociedade de engenheiros do ramo da mobilidade sem fins lucrativos fundada em 1905 no Estados Unidos da América por importantes nomes da indústria automotiva da época, como Henry Ford, justamente como o intuito de promover e fortalecer aquela indústria. (CASE, 2005)

Na década de 1970, a SAE introduziu o projeto Baja SAE, com a proposta de promover uma competição automobilística de projetos e execução entre os estudantes de engenharia, sendo este o primeiro projeto estudantil promovido pelo órgão.

Em 1981 a sociedade criou o projeto fórmula SAE, com o mesmo intuito de lançar um desafio aos estudantes de engenharia a projetar e construir um veículo monoposto do tipo fórmula, seguindo regras para a construção de cada subsistema do veículo, como requisitos de segurança do chassi, cilindrada máxima do motor, etc. A primeira competição de fórmula aconteceu em Austin no Texas, contando com a participação de 6 equipes. (CASE, 2005)

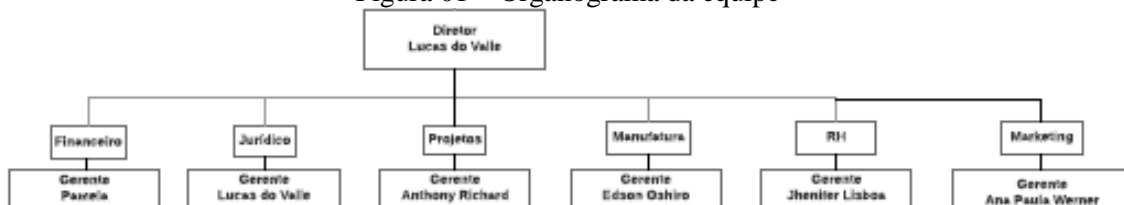
No Brasil, a competição de mini Baja SAE foi introduzida pela SAE Brasil, filiada à SAE internacional, no ano de 1995, que contou com a participação de 8 equipes, e de fórmula SAE, no ano de 2005, que contou com a participação de 6 equipes, ambas as competições foram vencidas pelas equipes da Escola de Engenharia de São Carlos da USP.

A realização das competições estudantis por parte da SAE teve como principais metas, desde os primórdios, a complementação na formação de estudantes de engenharia e a importante interação entre acadêmicos e indústria.

O primeiro projeto do Fórmula SAE da equipe Jacarés do asfalto da UCDB foi dividido nos seguintes subsistemas: Freio, suspensão, chassi, motor e transmissão, além da gerência de projetos, responsável por unificar as áreas e conduzir a evolução do projeto, de forma que os estudantes responsáveis por cada subsistema respondem ao gerente de projetos, como chefe direto destes membros no organograma da equipe.

O organograma escolhido pela equipe é bastante semelhante ao de uma empresa, sendo que o gerente de projetos responde para um diretor, que conduz o rumo da equipe como um todo nas demais tarefas e obrigações, além do projeto, como marketing e finanças, que representam outras gerências que também respondem ao diretor, conforme organograma mostrado na Figura 1.

Figura 01 – Organograma da equipe

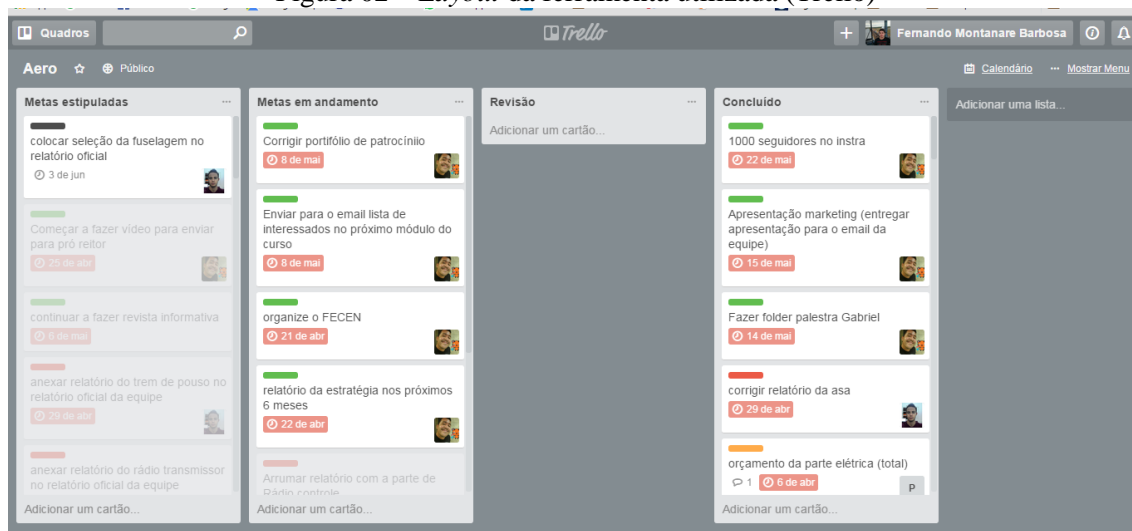


Para auxiliar neste processo de gerenciamento baseado nos métodos ágeis foi utilizada a ferramenta Trello (disponível em: <https://trello.com/>). Esta ferramenta representa de forma *online* um quadro Kanban, que permite um controle detalhado de produção com informações sobre quando, quanto e o que produzir. A forte natureza visual do Kanban permite que as equipes se comuniquem com mais facilidade, organizando e melhorando o que e quando deveria ser feito.



O Kanban foi inicialmente aplicado em empresas japonesas de fabricação em série e está estreitamente ligado ao conceito de “just in time”, ou seja, no momento certo. A empresa japonesa de automóveis Toyota foi a responsável pela introdução desse método devido a necessidade de manter um eficaz funcionamento do sistema de produção em série (GHISI, 2016). Desta forma, a ferramenta Trello permite assimilar e controlar o progresso das tarefas de forma visual, conforme Figura 02 mostrada abaixo.

Figura 02 – *Layout* da ferramenta utilizada (Trello)



2. METODOLOGIAS DE PROJETO

Conforme mencionado anteriormente, o projeto foi dividido em áreas, nas quais os alunos tiveram desafios e desenvolveram habilidades como a criatividade, serenidade e foco na resolução de problemas, organização para o desenvolvimento do produto e o trabalho em equipe, notadamente a habilidade de administrar conflitos. Qualidades importantes em um profissional de engenharia.

2.1. Chassi

O chassi do protótipo deve seguir as normas propostas pela SAE, como especificação do material e dimensões dos tubos estruturais. Segundo a regra (SAE, 2016), para os tubos principais, as dimensões devem ser de no mínimo 1” e 2mm de espessura e material aço carbono com no mínimo 0.2% de carbono. Ou comprovada a equivalência de tubos de tubos alternativos ou estruturas monocoques com resistência equivalente à mencionada na regra, e que deve ser comprovada com cálculos ou simulações.

Além da leitura e aplicação das regras obrigatórias para o projeto do chassi, foram utilizadas ferramentas computacionais baseadas na teoria dos elementos finitos para a simulação da resistência e deformações da estrutura, ao aplicar condições de contorno, como forças e torques, as quais o protótipo é submetido durante a competição.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

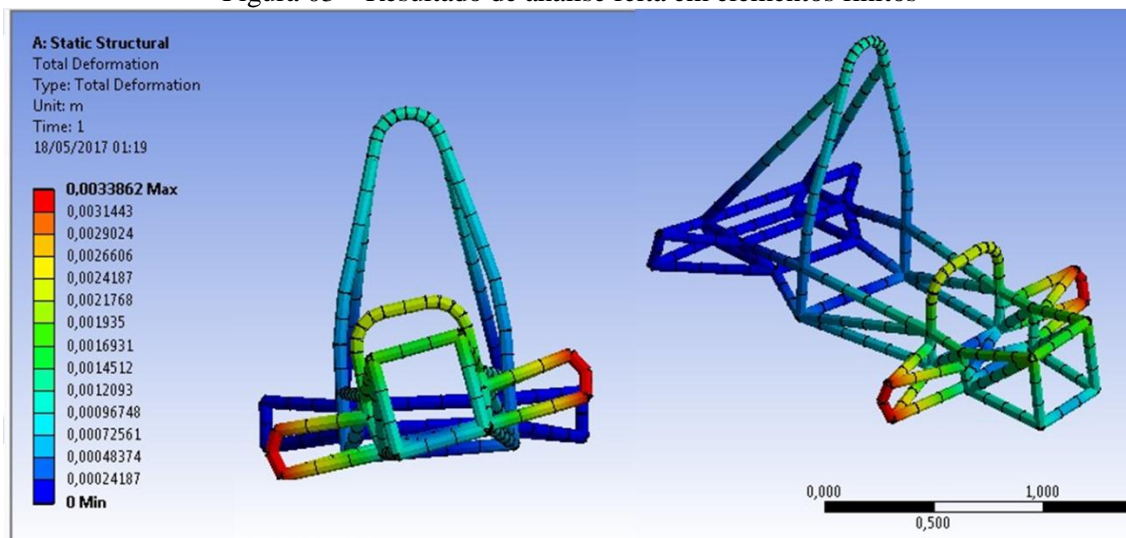


Promoção





Figura 03 – Resultado de análise feita em elementos finitos



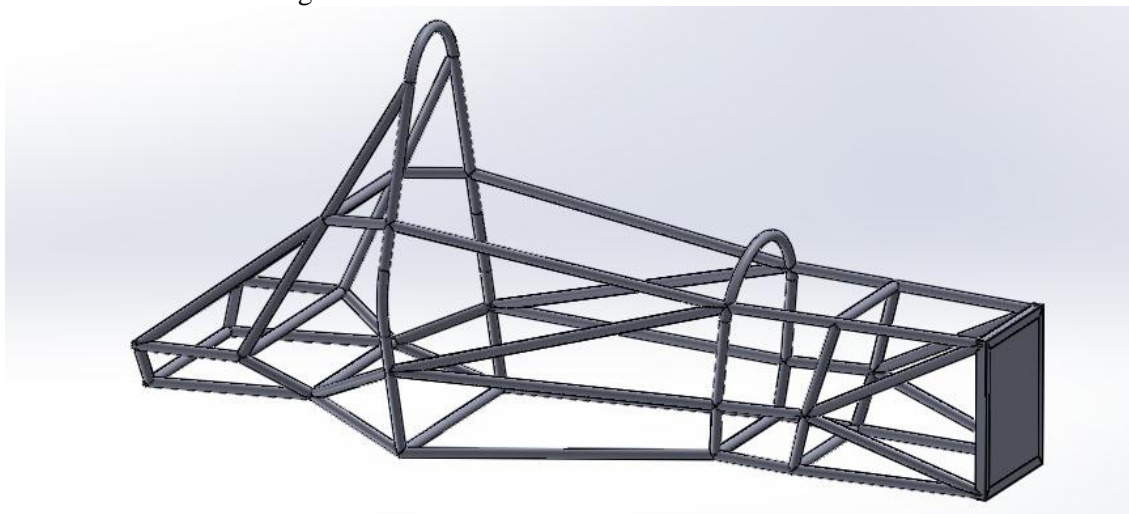
Na Figura 3 é mostrado o resultado de simulação feita em *Ansys, software* em versão acadêmica de análise em elementos finitos linear, do chassi do fórmula sendo submetido a um carregamento de torção. Neste modelo, o chassi foi apoiado nos suportes dos amortecedores traseiros e um binário de 500N foi aplicado na dianteira, simulando uma condição real do veículo em curva e com barra anti-rolagem sendo utilizada para balancear o veículo, sobre ou sub esterçante. As condições de contorno e os resultados foram analisados conforme (MILLIKEN & MILLIKEN, 1995).

Este tipo de aplicação complementa o conteúdo ministrado na disciplina de elementos finitos, que está presente na grade dos cursos de engenharia da UCDB, e é uma aplicação bastante completa no sentido de ir além de exemplos didáticos dos cursos, se aproximando de problemas reais enfrentados pelos engenheiros nas empresas, onde além da utilização da teoria dos elementos finitos, requer análises e julgamentos de engenharia.

Como ferramenta de desenho, os alunos utilizam o *software Solid Works* de computação gráfica. Na Figura 04 é mostrado o modelo em CAD do chassi do fórmula, uma estrutura tubular. Esta ferramenta de CAD é normalmente ensinada aos alunos de graduação, no entanto, os desenhos com grande complexidade que exigem o projeto fórmula SAE são de grande valia para a formação dos alunos, enquanto engenheiros que conhecem e sabem aplicar ferramentas modernas no projeto de máquinas.



Figura 04 – Modelo em CAD do chassi do fórmula

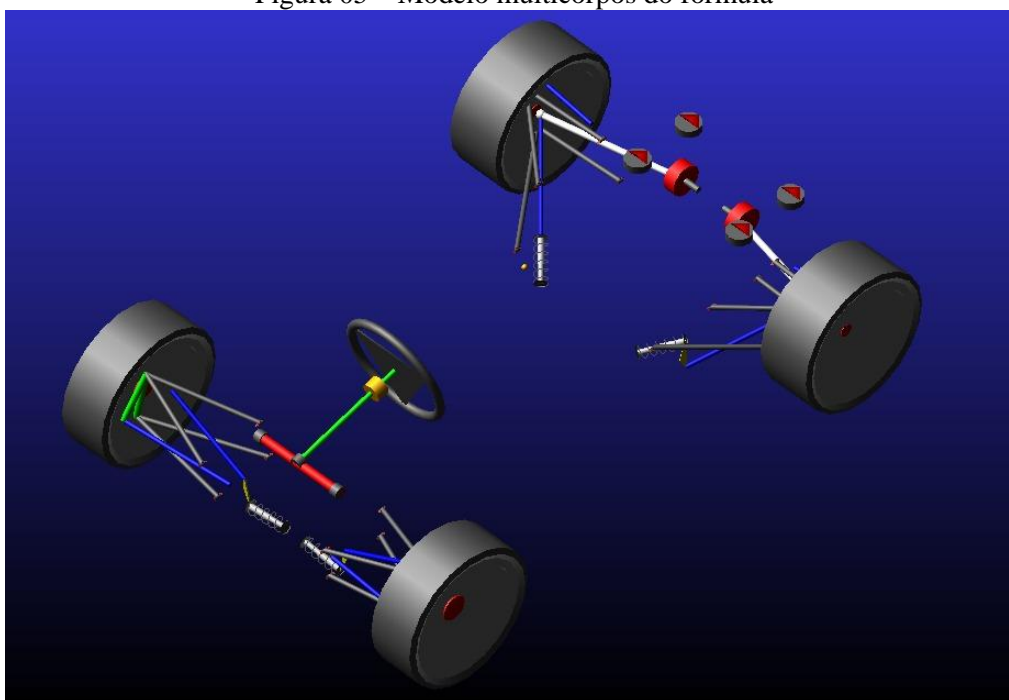


2.2. Suspensão

Para o projeto dos pontos de suspensão, foi utilizada a ferramenta de CAE (Computer aided engineering) de dinâmica de mult corpos. O *software* mais utilizado na academia e pelas indústrias é o Msc.Adams, com o qual é possível a modificação de parâmetros como coordenadas de pontos de suspensão e rigidezes de molas, e analisar os resultados de simulações, como a variação dos ângulos relativos à geometria de suspensão com a movimentação vertical da roda no trabalho da suspensão.

Também é possível colocar o veículo em movimento, simulando uma condição real de prova na competição. Na Figura 05 é mostrado o modelo em mult corpos do veículo completo.

Figura 05 – Modelo mult corpos do fórmula



Organização



Promoção



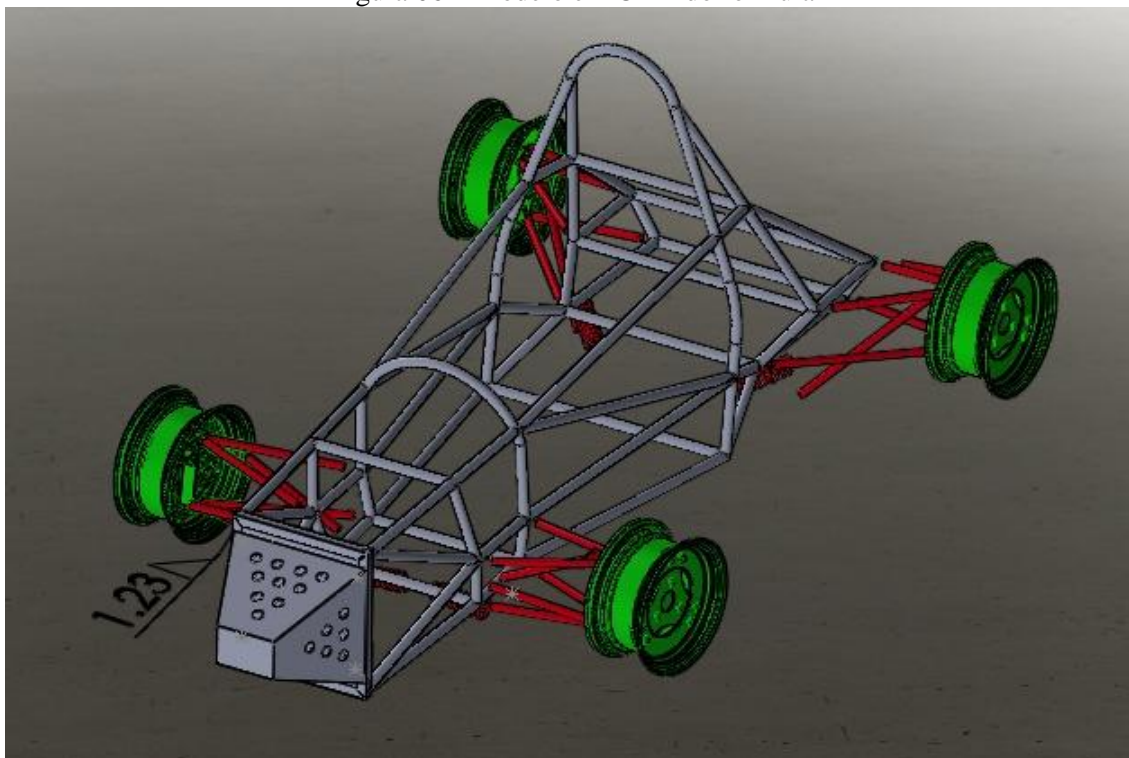


Este tipo de ferramenta de multicorpos não faz parte da grade curricular de um curso de engenharia convencional no Brasil, apesar de ser poderosa ferramenta para estudos da dinâmica de sistemas, amplamente utilizado por montadoras de veículos no desenvolvimento de novos produtos, além de indústrias fora do campo automotivo. Este fato evidencia a importância do projeto promovido pela SAE para a formação de engenheiros no mundo, haja vista que grande parte dos alunos integrantes das equipes de fórmula utilizam esta ferramenta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As ferramentas de projeto mostradas foram utilizadas pelos alunos para atingir o objetivo inicial proposto: O primeiro projeto de fórmula SAE da UCDB e do estado de Mato Grosso do Sul. O modelo em CAD da montagem dos principais subsistemas do veículo pode ser vista na Figura 06.

Figura 06 – Modelo em CAD do fórmula



4. CONCLUSÃO

Os benefícios do projeto estudantil fórmula SAE aos acadêmicos foi mostrado neste artigo principalmente na aplicação de ferramentas avançadas de projeto, que ampliaram seu conhecimento técnico neste sentido. Ferramentas indispensáveis para um engenheiro de desenvolvimento de produtos contemporâneo.

Também há que se destacar que durante o trabalho em equipe, os alunos aprimoraram sua capacidade de gerenciar os conflitos entre os membros, inerentes ao trabalho em grupo, habilidade fundamental para os futuros engenheiros que pretendem alcançar seu sucesso em empresas pelo mundo.

Organização



Promoção





Agradecimentos

À universidade Católica Dom Bosco pelo apoio dado através da infraestrutura e bolsas de Pibic para os alunos da instituição e pela ajuda financeira ao projeto. Ao CNPQ por bolsas cedidas aos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASE, D. Formula SAE: Competition history 1981-2004. 1st Ed. Warrendale, United States: SAE International, 2005

MILLIKEN, William F.; MILLIKEN, Douglas L. Race car vehicle dynamics. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1995.

GHISI, T. Kanban no desenvolvimento de projetos de software. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/kanban-no-desenvolvimento-de-projetos-de-software-revista-engenharia-de-software-magazine-45/23561>> Acesso em: 03 maio 2016.

SAE International. 2017 - 2018 Formula SAE Rules. Disponível em: <<http://students.sae.org/cds/formulaseries/rules/>> Acesso em: 20 maio 2017.

FORMULA SAE DESIGN: A CASE OF STUDY OF SCIENTIFIC RESEARCH CONDUCTED BY ACADEMICS

Abstract: *Jacarés do asfalto formula SAE team develops its activities inside facilities of Universidade Católica Dom Bosco, and it appears to be an important way of promoting automotive engineering in the state of Mato Grosso do Sul, to be the first team in the state to develop this type of prototype. Besides of the application of theories taught in classrooms, relevant to machines design, formula students should also read and conduct their design in accordance with rules and safety requirements defined by SAE, which is an important exercise to the future engineers, the development of an innovative design in compliance with standards and rules. This article shows the benefits which a research project provides to the graduation students of mechanical engineering. It is shown the application of regular engineering courses in the project, as well as advanced engineering tools which are applied by academics during design phases. The theory application in practice was achieved, verifying the importance of certain subjects for formula SAE design.*

Key-words: *Formula SAE,*

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção

