

A UTILIZAÇÃO DE CARENAGENS DE FIBRA DE CARBONO E FIBRA DE VIDRO NA FÓRMULA SAE

Douglas Henrique da Silva Moraes¹

Rodrigo Antonio Ribeiro¹

Israel Marçal Silva²

João Paulo Silva de Souza³

Paulo Roberto de Azevedo Souza⁴

Silane Mattos⁵

Rafael Nascimento Lopes⁶

douglasmoraes19@gmail.com

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é identificar a utilização de carenagens de fibra de carbono e fibra de vidro na Formula SAE - *Society of Automotive Engineers*. O projeto visa simular um processo de moldagem da carenagem do quadro do chassi da armação e do corpo do carro da Fórmula SAE. A metodologia deste trabalho foi baseada em uma revisão bibliográfica, e na realização de um projeto com esboços iniciais para modelagem e o processo no software, onde o esboço das principais partes que foram feitas à mão em um plano 2D, passamos a juntar cada um deles usando um esboço 3D. Resultados: A fibra de carbono pode ser utilizada para criar peças para o chassi, sendo necessário utilizar um molde onde a base será o tecido de fibra, que mais tarde será trabalhado com alguns tipos de resinas do tipo termoe estável. Tudo isso acompanhado por um processo a vácuo, ajuda a eliminar o ar e adapta perfeitamente o tecido ao molde, compactando assim as resinas. No entanto apesar de a fibra de carbono ser o mais recomendável, existem outros materiais que podem ser modelados.

Palavras-Chave: Carenagem; Fibra de Vidro; Fibra de Carbono.

1. INTRODUÇÃO

No campo dos veículos de competição, o futuro engenheiro mecânico deve conhecer os principais parâmetros de design e construção que são levados em conta para diferentes tipos de carreiras e circuitos onde a competição se desenvolve.

¹ Acadêmicos do 4º período do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX TR.

² Licenciado em Matemática-USS, Pós-graduado em Metodologia no Ensino de Matemática e Física pela UNINTER, Mestre em Matemática-PROFMAT. Professor da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX TR.

³ Graduado em Física. Especialista em Docência e Gestão do ensino superior. Professor da Faculdade vértice – UNIVÉRTIX TR.

⁴ Graduado em Tecnologia de Processamento de Dados. Mestre em Informática. Professor da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX TR.

⁵ Graduado em Engenharia Civil, Professor da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX TR.

⁶ Graduado em Engenharia Mecânica-UFF, Pós-graduado em MBA Gerenciamentos de projetos-USP, Professor da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX TR.

Esse artigo procura mostrar a importância da montagem da carenagem com fibra de vidro e fibra de carbono para esse projeto que corresponde ao projeto e construção da estrutura e corpo do protótipo Fórmula SAE, surgiu nos Estados Unidos da América, como ferramenta didática que facilita o ensino sobre uma nova tecnologia, que é composta por um conjunto de conhecimentos, aptidões, capacidades, aptidões, ligados à nossa preparação profissional.

Em vista do desenvolvimento tecnológico, a necessidade constante de aumentar o conhecimento que existe em nosso país sobre o que se refere à indústria automotiva, a ideia de referenciar o projeto com planos, simulações de software para contribuir para a melhoria do novo protótipo em futuras competições.

A justificativa deste trabalho é mostrar a utilização de carenagem para o veículo da Fórmula SAE, com sua confecção no chassi deste protótipo, com a utilização da confecção da carenagem de fibra de vidro e fibra de carbono, e todos os outros meios para a melhor maneira de funcionar esse veículo, e entendendo a boa estética, o baixo custo, melhor desempenho, design ergonômico e resistência, boa aerodinâmica e a proteção do piloto.

A fibra de Carbono é um tipo de material compósito composto de pequenos filamentos que se unem para constituir as fibras. É um reforço característico devido a sua alta resistência e rigidez. É amplamente utilizado desde a sua leveza, somado às suas propriedades mecânicas, tornar-se um excelente material para inúmeras aplicações. (LEBRÃO, 2008).

A fibra de vidro é formada por numerosos filamentos de dióxido de silício. Dependendo da aplicação final, outros materiais são adicionados a sua composição, tendo assim variedades diferentes, destacando entre elas o *e-glass* que é o mais utilizado e o vidro é usado em elementos que exigem alta resistência e rigidez. (ARAÚJO, *et, al.* 2004).

O objetivo deste trabalho é identificar a utilização de carenagens de fibra de carbono e fibra de vidro, na Fórmula SAE. E tem como objetivo específico: analisar o conceito de chassi; dimensionar o chassi; identificar a definição de carenagem; descrever os esboços iniciais para modelagem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 CHASSI

Segundo Venâncio (2013, p.60) afirma que “um chassi pode ser definido como uma estrutura cujo propósito é conectar rigidamente suspensão dianteira e traseira e, bem como proteger o motorista de frente para uma colisão”. É usado em veículos de carga, como vans, caminhões e ônibus, e como reforço em veículos de competição, como a Fórmula SAE.

O chassi é uma armação metálica conhecida como moldura, na que todos os componentes do veículo são montados. O corpo que instala no chassi uma vez que sua aplicação foi determinada nos (caminhão ou ônibus, carro ou van, ou reforço de veículo corrida). (VENÂNCIO, 2013, p.60).

Ainda Venâncio (2013), a instalação é feita parafusando ou soldando o corpo ao quadro; se for aparafusado, é conhecido como "corpo independente. "Se for soldado, é conhecido como" autossustentável.

Furtado (2013) afirma que na construção de um rack existem três parâmetros fundamentais:

a. Quadro: A estrutura de um veículo é a estrutura na qual eles são montados e fixados os outros componentes. Suporta as suas cargas e oferece uma resistência de proteção em caso de acidente. (FURTADO, 2013).

b- Leveza: Que pode melhorar muito a potência e o desempenho de um motor, mas deve ser acompanhado por um quadro leve, em outro o poder do gabinete está sendo desperdiçado. Por outro lado, o quadro é um dos elementos mais pesados do veículo, e um aumento de leveza fornece uma diminuição significativa no consumo.

c- Rigidez: Este é o parâmetro fundamental da operação do quadro. É importante obter uma estrutura resistente a impactos para proteção de pilotos, sendo a rigidez o fator mais influente do comportamento de veículo na pista. (COSTA, 2012).

As camadas de fibra carbono, com um interior de alumínio que proporciona rigidez. Como o exemplo de competições de Rally ou Fórmula com um nível mais baixo forem observadas. Que são usados em muitos casos chassis convencionais, e são reforçados com estruturas internas tubulares, com proteções mais resistentes para capotamento ou colisão. (VENÂNCIO, 2013, p.63).

Nos veículos de competição existem dois tipos grandes de chassis que são monocoque e tubulares. No primeiro a diferença entre chassi e corpo é mais difuso e

o chassi é parte do corpo. No segundo o chassi é formado por armações tubulares na qual são instalados os componentes (SAMAHÁ ; CARTAXO, 2009).

Segundo Samahá (2003), os chassis tubulares são os mais utilizados como reforço dos veículos de competição, porque sua construção é mais simples e a determinação dos esforços a que possa estar sujeita.

f. O chassi na Fórmula SAE

Nas competições da Fórmula SAE, existem diferentes tipos de chassi.

A fibra de carbono é um reforço muito solicitado devido ao seu baixo peso, alta resistência e rigidez. Segundo Samahá; Cartaxo (2009), tem sido usado na indústria aeroespacial por décadas, mas em anos. Com a utilização Monocoque de fibra de carbono na fórmula SAE, onde esse tipo de chassis tem uma participação minoritária nos carros desta concorrência.

As equipes que possuem os recursos econômicos e técnicos necessários para fabricar este tipo de chassis têm a vantagem de obter uma estrutura muito resistente e leve, porque este tipo de estruturas oferece grande resistência à torção e seu peso é menor do que as estruturas de aço.

As estruturas mais comuns na Fórmula SAE são as de aço tubular, este tipo de estrutura oferece uma boa resposta aos esforços, embora sua principal desvantagem seja o aumento de peso em comparação com os anteriores, com a vantagem de um custo muito mais reduzido. (SAE, 2012, p.102).

Segundo Samahá (2003), dentro de estruturas de aço tubular, a maioria delas é soldada. Outra possibilidade a ter em conta é a opção de incluir peças de alumínio no chassi com a vantagem de reduzir peso, embora com as desvantagens de incorrer em outro custo ao incluir um material novo e um design diferente.

Portanto, estudos com novas tecnologias, como materiais compósitos, são essenciais nos projetos que as equipes da Fórmula SAE vão desenvolvendo, assim, adquirimos ideias gerais focadas em melhorias no chassi.

2.2 CARROÇARIA

Cepa (2012) diz que o corpo é a parte do carro destinado ao transporte de carga e passageiros, existem vários tipos de corpo, as mais comuns são chamadas compactas, são caracterizados porque o corpo inteiro é fabricado como uma

estrutura de um corpo único. Todos os elementos mecânicos são incorporados nesta estrutura fixa às partes mais rígidas, especialmente projetadas por isso.

Nos veículos modernos, os motores são colocados transversalmente, aumentando o espaço para passageiros e carga. Como uma desvantagem para este tipo de carroçaria deve salientar-se que, após um acidente, choque ou colisão, sua estrutura é muito deformada. (HIBBELER, 2009, p.91).

O efeito mais comum deste dano é que o veículo tende a cobrar para os lados durante o deslocamento e frenagem. Deve-se levar em conta que esses efeitos também podem ser causados por outras causas; portanto, é sempre é aconselhável realizar inspeções periódicas, para descartar falhas mecânicas.

2.3 CARENAGEM

Nome genérico para indicar um elemento do corpo com função aerodinâmica e às vezes também acabamento estético. Assim, todos os revestimentos dos elementos mecânicos do carro, cuja missão é aumentar a penetração aerodinâmica, também são chamados de carenagens.

Em motocicletas e alguns tipos de carros de corrida, chamado de carenagem para o revestimento feito com fibra de vidro, fibra carbono, plástico ou outro material que se encaixa no chassi para fins principalmente aerodinâmico, mas também estético e a manutenção; isto é, para manter o motor protegido contra fenômenos meteorológicos e, assim, preservá-lo da degradação posterior severo. (CALLISTER, 2011, p.147).

Para Araújo, *et. al.* (2012), todas as coberturas de elementos são também chamadas de carenagens mecânica de veículos cuja missão é aumentar a penetração aerodinâmica. Segundo Bento (2003), as forças aerodinâmicas que virão do estudo do veículo sujeito a uma certa velocidade e isso vai acabar acontecendo aquelas reações ao chassi do carro, eles podem se tornar em alguns casos, a maior força exercida no chassi.

Por outro lado, a colaboração entre setores é especialmente importante no design de um carro, porque existem elementos que poderiam pertencer, por exemplo, ao chassi, à aerodinâmica ou ao motor. Entre os muitos exemplos que podem ser lembrados, vamos citar o Mercedes de Fórmula 1 de 1954, que em circuitos particularmente rápidos adotaram a carenagem das rodas, que foi posteriormente banido por razões de segurança.

3. METODOLOGIA

A metodologia que foi utilizada neste estudo buscou colher conhecimentos e informações sobre a utilização de carenagens de fibra de carbono e fibra de vidro, na realização de um projeto com esboços iniciais para modelagem e o processo no software, onde o esboço das principais partes que foram feitas à mão em um plano 2D, passamos a nos juntar a cada um deles usando um esboço 3D.

A metodologia deste trabalho foi baseada em uma revisão bibliográfica e foram utilizados também teses, dissertações, monografias e livros e autores como: Bento (2005) e Furtado (2013) entre outros.

Segundo Gil (2002) é desenvolvido a pesquisa bibliográfica a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos buscando conhecimento e informações científicas a respeito desse artigo.

A pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos. Pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental. Em ambos os casos, busca conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado existentes sobre um determinado assunto, tema ou problema (CERVO & BERVIAN, 2006, p.48).

Fica claro que a pesquisa bibliográfica busca o esclarecimento dos dados que envolvem o tema analisado, através de uma variedade de autores e fontes teóricas, que permitem um melhor entendimento e, conseqüentemente, formação de ideias acerca do que se busca pesquisar.

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

O projeto abrange a análise estrutural dos chassis tubular, algo que será feito através do complemento computacional. Uma vez que o 3D é feito, pode-se começar a avaliação do desenho e sua operação; graças ao 3D, pode-se ter uma ideia de como será esteticamente o produto, verificar as diferentes peças que estão projetando os componentes do equipamento apto ou não no carro.

O primeiro passo foi criar um esboço do quadro de acordo com as medições do piloto, os componentes mecânicos que serão alojados nele e as especificações do regulamento, tais como as dimensões máximas entre eixos e arcos de segurança. Este esboço é feito manualmente para obter uma ideia básica como um guia para a modelagem no software. (REDFARN, 2007).

Os esboços resultam da criatividade e processos experimentais essenciais para a modelagem como mostra as Figuras 1, 2 e 3 abaixo.

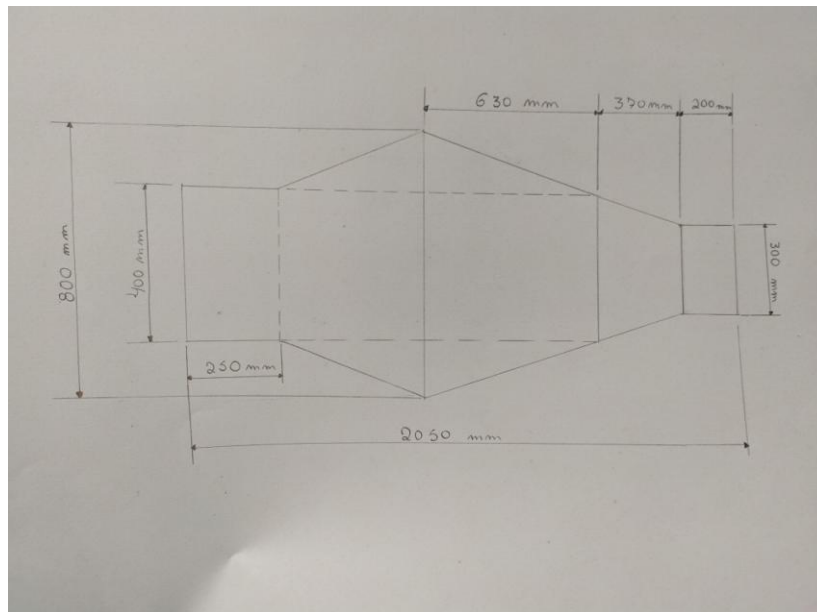


Figura 1- Esboço da base do quadro
Fonte: autor da pesquisa

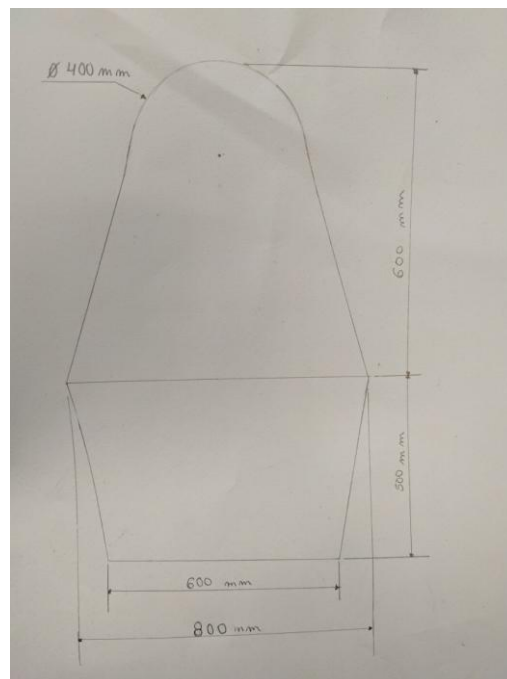


Figura 2- Esboço do arco principal
Fonte: autor da pesquisa.

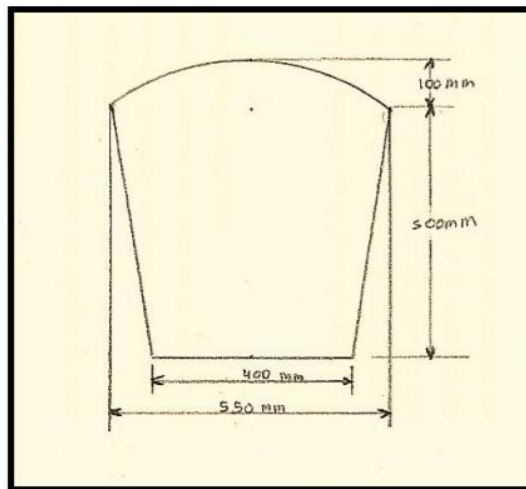


Figura 3- Esboços do arco dianteiro
Fonte: autor da pesquisa.

4.1 MODELANDO O PROCESSO NO SOFTWARE

a. Considerações de espaço no quadro:

No desenho do quadro, vários aspectos importantes são considerados. Em alguns casos eles podem atuar como restrições dimensionais que impõe a SAE (2012):

- Deve-se considerar que ao ancorar um componente em um quadro, tem fácil acesso, bem como no caso se houver alguma falha nas partes mecânicas do veículo, facilitar a manutenção.
- Restrição da organização em relação ao espaço para o piloto, a SAE estabelecendo a uma modelo base, a fim de garantir que a abertura de acesso à cabina seja de tamanho apropriado, um modelo é inserido na abertura do habitáculo. Isso será feito em horizontalmente e verticalmente, inserido até que tenha passado sob a barra superior da estrutura de impacto lateral (350 mm = 13.8 polegadas acima do solo). Exemplo: durante um teste, volante, coluna de direção, assento e proteções podem ser removidas. O isolamento térmico ou firewall não pode ser movido ou excluído. (p.67).

Com todas as considerações mencionadas, a modelagem do quadro, para posteriormente serem submetidos a testes de software

b. Fases de modelagem de fases no software.

- A primeira fase é fazer um esboço das principais partes que foram feitas mão em um plano 2D, como visto na Figura 4.

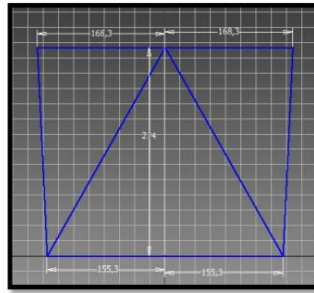


Figura 4- Esboço 2D da tela frontal.

Fonte: https://www.google.com/search?biw=1360&bih=625&tbm=isch&sa=1&ei=t8IkXZfvEJaj5OUPkKyGAc&q=Fases+de+modelagem+no+software+em+2D+de+Formula+SAEquadro+de+medi%C3%A7%C3%B5es+do+piloto&oq=Fases+de+modelagem+no+software+em+2D+de+Formula+SAEquadro+de+medi%C3%A7%C3%B5es+do+piloto&gs_l=img.3...13707.17509..18087...0.0..0.160.1649.1j13.....0.....1..gwsimg.FeBueth9I00#imgdii=lsXo99XUYorlbM:&imgcr=2kVHLum0GiZv-M:

Uma vez que todos os esboços 2D são feitos com suas respectivas separações entre os planos, passamos a nos juntar a cada um dele usando um esboço 3D, como você pode ver na figura 5. esboços 2D acabados e, em seguida] o esboço 3D.

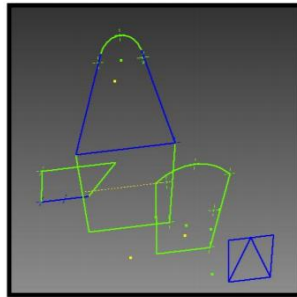


Figura 5- Esboços 2D do quadro.

Fonte: https://www.google.com/search?biw=1360&bih=625&tbm=isch&sa=1&ei=t8IkXZfvEJaj5OUPkKyGAc&q=Fases+de+modelagem+no+software+em+2D+de+Formula+SAEquadro+de+medi%C3%A7%C3%B5es+do+piloto&oq=Fases+de+modelagem+no+software+em+2D+de+Formula+SAEquadro+de+medi%C3%A7%C3%B5es+do+piloto&gs_l=img.3...13707.17509..18087...0.0..0.160.1649.1j13.....0.....1..gwsimg.FeBueth9I00#imgdii=lsXo99XUYorlbM:&imgcr=2kVHLum0GiZv-M:

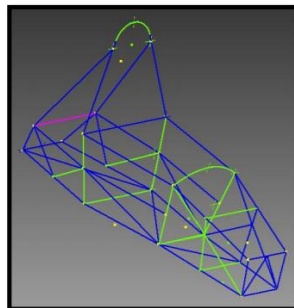


Figura 6- Esboço 3D do quadro.

Fonte: <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2343/1/Bruno%20Fernandes%20Lopes-Mestrado%20em%20Eng.Autom%C3%B3vel%20-%20C%C3%B3pia.pdf>

Com o esboço do quadro 3D finalizado, um perfil é aplicado na estrutura redonda (tubo), considerando os diâmetros maiores nas diferentes partes do quadro, como aquelas estabelece o Regulamento da Fórmula SAE. (SAE, 2012).

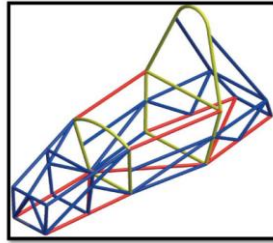


Figura 7 Quadro como estrutura.

Fonte: <https://docplayer.com.br/31666653-Analise-da-rigidez-torcional-do-chassi-de-um-veiculo-formula-sae.html>

A modelagem no software Inventor 2012 permite obter os planos com as respectivas medidas. Na Figura 8 observe o quadro final como uma estrutura tubular

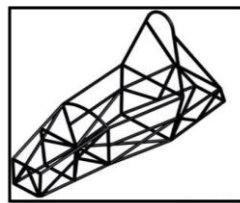


Figura 8- Quadro final.

Fonte: <https://docplayer.com.br/31666653-Analise-da-rigidez-torcional-do-chassi-de-um-veiculo-formula-sae.html>

4.2 MODELAGEM

A técnica de construção do chassi independente usa uma estrutura rígida que suporta todo o peso e as forças do motor e da transmissão. A carroçaria nesta técnica cumpre muito pouca ou nenhuma função estrutural. (LUBIN, 2005).

Assim, o molde do corpo pode ser feito, com materiais que no final são fáceis de desmontar. Exemplo no protótipo do Fespe 2012, foram utilizadas muitas placas de metal com suportes de placas. As placas são soldadas para quadro formando a geometria do corpo.

4.3 APLICAÇÃO DA FIBRA DE VIDRO

A fibra de vidro deve ser cortada em pequenos quadrados para facilitar a sua manipulação, podem ser quadrados de 20 x 20 cm. Para sua aplicação devem-se colocar os quadrados de fibra de vidro no modelo, enchando-os com a resina já misturada com o catalisador, para que eles sejam cobertos completamente os quadrados de fibra de vidro. (ARAUJO, *et, al.* 2012).

O modelo é completamente coberto com fibra de vidro embebida em resina e quando a primeira camada está seca, uma segunda camada é aplicada. Se deixa secar por 24 horas para o molde negativo, e para o positivo por 48 horas para conseguir um corpo sólido que permita separar do molde sem danificar ou deformações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, a partir de diversas referências bibliográficas foi feito um aprofundado para obter um conhecimento a respeito de modelos de carenagem de veículo de Fórmula SAE.

Assim, a elaboração deste projeto que está voltado para um veículo Fórmula SAE, que podem ser confeccionados a carenagem tanto com fibra de vidro que é realizada artesanalmente e tem suas limitações e com a fibra de carbono é desenvolvida por uma variedade de filamentos com sua composição em 90% de carbono. E o chassi pode ser construído com esse material resistente e que absorve o impacto nos casos de colisão. A sua única desvantagem é o custo muito alto.

Na simulação computacional e o uso de software CAE, eles permitem executar um projeto ideal do corpo, incluindo maneira mais intuitiva e rápida o comportamento de materiais utilizados na função de velocidade. Assim, é importante na escolha de softwares de mais fácil manuseio, para a elaboração do projeto, coma escolha de materiais que possam dar continuidade aos protótipos atendendo os requisitos propostos com uma boa estética e a proteção do piloto, com material de baixo peso e custo e com uma boa aerodinâmica.

Graças à constante e cada vez mais a evolução da impressão em 3D para componentes metálicos, a otimização topológica nos dá oportunidade muito interessante para levar isso em conta. A partir daqui, são dadas novas possibilidades de otimização, uma vez que com a normalização da impressão tridimensional, um modo de otimização que está na fase de expansão, na qual as estruturas só podem ser fabricados com impressão 3D, mas nos oferece grandes vantagens na redução de massa dos componentes estrutural.

Verificou-se que a fibra de vidro é a melhor opção para fazer o corpo do protótipo, devido à durabilidade do material, custo e facilidade de manuseio.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. M. et al. **Aproveitamento de resíduos de fibra de vidro provenientes de indústrias da Paraíba na produção de compósitos**. Universidade Federal da Paraíba, RN, 2012 Disponível em:

http://www.prac.ufpb.br/anais/lcbeu_anais/anais/tecnologia/aproveitamento.pdf

Acesso em 11/3/2019.

ARAÚJO, K. D. et al. **Obtenção de compósitos de poliéster insaturado/ resíduo de fibra de vidro provenientes de indústria da Paraíba**. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/7590/pdf>
Acesso em 20/03/2019.

BENTO, D. Á. **Fundamentos de Resistência dos Materiais**. Curso de Técnico em Mecânica. Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina: Florianópolis, 2003.

CALLISTER, W.D. **Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Prentice Hall, 2006.

CEPRA. **“Estrutura de carroçarias de veículos ligeiros”**. 2012. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/.../Estrutura-de-carrocaria-de-veiculos-ligeiros>
. > Acesso em: 08/05/2019.

COSTA, J. A. **Estudo da Rigidez Torcional do Quadro de Um Fórmula SAE por Análise de Elementos Finitos**. Dissertação de Mestrado, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2012.

FURTADO, D. C. **Análise Estrutural de Chassi de Veículos Automotivos**. Monografia para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Automotiva, UnB, Brasília, 2013. Disponível em: <
<https://bdm.unb.br/handle/10483/7113>. Acesso em: 08/05/2019.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HIBBELER, R.C. **Resistência dos Materiais**. 7 ed. São Paulo: Pearson Educativo do Brasil, 2009.

LEBRÃO, G. W. Fibra de Carbono. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia – **Revista Plástico** Sul, Out/2008. Disponível em: <https://maua.br/files/artigos/artigo-fibra-de-carbono-prof.-guilherme.pdf>
Acesso em 13/04/2019.

LOPES, B. F. **Projeto de chassis para Fórmula Student**. Disponível em: <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2343/1/Bruno%20Fernandes%20Lopes->

Mestrado%20em%20Eng.Autom%C3%B3vel%20-%20C%C3%B3pia.pdf - Acesso em 08/05/2019.

LUBIN, G. **Plásticos de Engenharia**: Tecnologia e Aplicações. São Paulo: Ed Artliber, 2005.

REDFARN, C. A. **Tecnologia das matérias plásticas**. Polígono Ltda., 2007.
Disponível em: [www.fipai.org.br/Minerva%2007\(01\)%2005.pdf](http://www.fipai.org.br/Minerva%2007(01)%2005.pdf)
Acesso em 18/03/2019.

SAE International, 2012. Disponível em:
< http://students.sae.org/cds/formulaseries/rules/2014_fsae_rules.pdf > Acessado em 10/03/2019.

SAMAHÁ, F. **Chassi Tubular**: A Melhor Opção para Esportivos e Carros de Corrida. 2003. Disponível em:
<https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/download/236/386/>
> Acesso em: 08/05/2019.

SAMAHÁ, F., CARTAXO, I. **Monobloco e Carroceria Sobre Chassi**: Vantagens e Desvantagens. 2009. Disponível em:
www1.uol.com.br/bestcars/ct2/chassi-monobloco.htm
. Acesso em: 08/03/2019.

VENÂNCIO N. F. **Projeto do chassi de uma viatura de Fórmula 1**. Dissertação do mestrado integrado em engenharia mecânica: Universidade do Porto, junho de 2013. Disponível em:
bdm.unb.br/bitstream/10483/10174/1/2014_FelipeAzevedoCanut.pdf
- Acesso em 10/03/2019.