



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JOÃO FELIPE SAMPAIO NETO

**PROJETO CONCEITUAL DE UM VOLANTE PARA UM PROTÓTIPO DO TIPO
BAJA**

CARAÚBAS

2023

JOÃO FELIPE SAMPAIO NETO

**PROJETO CONCEITUAL DE UM VOLANTE PARA UM PROTÓTIPO DO TIPO
BAJA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Geovanna Paulina Dantas Maia, Prof^a.

Coorientador: Diego David Silva Diniz, Prof. Dr.

CARAÚBAS

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS192 Sampaio, João Felipe Neto.
Felip Projeto conceitual de um volante para um
e protótipo do tipo baja / João Felipe Sampaio Neto.
Netop - 2023.
50 f. : il.

Orientadora: Geovanna Paulina Dantas Maia.
Coorientadora: Diego David Silva Diniz.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2023.

1. Autodesk Inventor. 2. projeto conceitual.
3. volante. 4. baja. I. Maia, Geovanna Paulina
Dantas, orient. II. Diniz, Diego David Silva, co-
orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito
Rodrigues CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOÃO FELIPE SAMPAIO NETO

PROJETO CONCEITUAL DE UM VOLANTE PARA UM PROTÓTIPO DO TIPO BAJA

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Geovanna Paulina Dantas Maia, Prof^a
Coorientador: Diego David Silva Diniz, Prof. Dr.

Defendida em: 13 / 10 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 GEOVANNA PAULINA DANTAS MAIA
Data: 17/10/2023 12:46:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Geovanna Paulina Dantas Maia, Prof^a. (UFERSA)
Presidente

**DIEGO DAVID
SILVA DINIZ:** Assinado digitalmente por DIEGO DAVID SILVA
DINIZ: [REDACTED]
DN: CN=DIEGO DAVID SILVA DINIZ: [REDACTED]
OU=UFERSA - Universidade Federal Rural Do
Semi-Arido, O=ICPEdu, C=BR
Razão: Eu estou aprovando este documento
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2023.10.18 10:05:48-03'00'
Foxit PhantomPDF Versão: 10.1.4

Diego David Silva Diniz, Prof. Dr. (UFERSA)
Vice-presidente

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO SAMUEL CHAVES
Data: 17/10/2023 21:23:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Francisco Samuel Chaves (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 MAIZE CIBELE DE LIMA MELO
Data: 17/10/2023 13:29:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Maize Cibele de Lima Melo (UFPE)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar e me dar a benção de chegar a esse momento.

Agradeço também aos meus pais, que me ajudaram e me ajudam até hoje, na minha jornada.

Agradeço também aos meus sogros e meus avós, que me ajudaram e me ajudam até hoje, na minha jornada. Me incentivando e me dando conselhos e apoio ao longo da jornada.

Agradeço a minha esposa, Andreia Raissa, que me apoiou e me incentivou com seus conhecimentos e companheirismo ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço à Orientadora, Professora Geovanna Paulina, pela a sua dedicação, orientação e por ter depositado confiança.

Agradeço ao Coorientador, Professor Doutor Diego David de Silva Diniz, pela sua dedicação, orientação e por ter depositado confiança.

Agradeço a Banca Examinadora pelo o apoio, conhecimento passado e paciência, sendo pessoas de suma importância para a realização deste trabalho.

Agradeço a Equipe CARAUBAJA, por me dar incentivo e o apoio para a realização do trabalho.

Agradeço em memória do meu avô João Felipe, da minha avó de consideração Dona Celina, do meu tio de consideração Jairton e do meu primo Rafael Araujo de Lima.

Agradeço aos meus Amigos e Familiares, que ao longo dessa jornada dividiram alegrias, tristezas e conhecimentos e que me ajudaram na realização deste trabalho.

“Se você pensa que pode ou se pensa que não pode, de qualquer forma você está certo. ”

Henry Ford

RESUMO

O volante é um aro circular que é usado como ponto de partida para o funcionamento do sistema da caixa de direção, sua função é transmitir o movimento solicitado pelo motorista para as rodas, definindo a direção do deslocamento. Este trabalho objetivou desenvolver um estudo conceitual sobre um volante ergonômico para a equipe Caraubaja SAE, com foco na análise de sua geometria e comportamento em relação aos esforços aplicados. O design da geometria escolhida foi inspirado na combinação do modelo do volante de um carro de Fórmula 1 com o modelo do volante do RATBSB - Emenda 04. Para análise da geometria realizou-se análises via elementos finitos no software Autodesk Inventor 2022 (versão estudantil), onde foram criadas cinco geometrias distintas, com o propósito de validar a geometria mais apropriada. Das geometrias desenhadas, a 05 emergiu como a opção mais vantajosa, atendendo de maneira eficaz aos requisitos estabelecidos: ergonomia e resistência.

Palavras-chave: Autodesk Inventor; projeto conceitual; volante; baja.

ABSTRACT

The steering wheel is a circular rim that is used as the starting point for the steering gear system. Its function is to transmit the movement requested by the driver to the wheels, defining the direction of travel. This work aimed to develop a conceptual study of an ergonomic steering wheel for the Caraubaja SAE team, focusing on the analysis of its geometry and behavior in relation to the efforts applied. The chosen geometry design was inspired by a combination of the steering wheel model of a Formula 1 car and the steering wheel model of the RATBSB - Emenda 04. To analyze the geometry, finite element analyses were carried out in Autodesk Inventor 2022 software (student version), where five different geometries were created in order to validate the most appropriate geometry. Of the geometries designed, 05 emerged as the most advantageous option, effectively meeting the established requirements: ergonomics and resistance.

Keywords: Autodesk Inventor; conceptual design; steering wheel; baja.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de direção.....	15
Figura 2: Volante.....	16
Figura 3: Exemplos de geometrias de volante aceitáveis e não aceitáveis	17
Figura 4: Posição 10h e 10.....	18
Figura 5: Posição 09h e 15.....	18
Figura 6: Volante Revestido.....	19
Figura 7: Acoplamento de flange Rc.....	20
Figura 8: Acoplamento rígido com flanges parafusadas.....	20
Figura 9: Diagrama de Ishikawa.....	21
Figura 10: Método da cascata.....	22
Figura 11: Desenho do volante.....	22
Figura 12: Volante Formula 1 (Ferrari)	24
Figura 13: Pesquisa no Google Forms.....	26
Figura 14: Desenho detalhado geometria 05.....	26
Figura 15: Condições de contorno	27
Figura 16: Malha	27
Figura 17: Sequência de etapas.....	29
Figura 18: Geometria 01.....	36
Figura 19: Geometria 02.....	36
Figura 20: Geometria 03.....	36
Figura 21: Geometria 04.....	37
Figura 22: Geometria 05.....	37
Figura 23: Análise da Geometria 01.....	39
Figura 24: Análise da Geometria 02.....	39
Figura 25: Análise da Geometria 03.....	40
Figura 26: Análise da Geometria 04.....	41
Figura 27: Análise da Geometria 05.....	41
Figura 28: Possíveis falhas	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Gênero.....	30
Gráfico 02 - Faixa etária.....	30
Gráfico 03 - Região	31
Gráfico 04 - Bajeiro ou ex-bajeiro	31
Gráfico 05 - Formato do volante.....	32
Gráfico 06 - Volante mais confortável.....	32
Gráfico 07 - Geometria do volante dos carros	33
Gráfico 08 - Volante de 300 mm.....	33
Gráfico 09 - Engate rápido no volante	34
Gráfico 10 - A fabricação do volante.....	34
Gráfico 11 - Material sendo aço	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivos	14
1.1.1. Objetivo Geral	14
1.1.2. Objetivos Específicos	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1. Sistema de Direção	15
2.2. Volante	16
2.2.1. Tipos de Volante	17
2.2.2. Variáveis Ergonômicas	18
2.2.3. Tipos de materiais para o volante	19
2.3. Acoplamentos entre colunas de direção no volante	20
2.4. Ferramentas para gestão de projeto	21
2.5. Ferramentas para uso em projetos mecânicos	22
2.6. Momento binário	23
3. METODOLOGIA	24
3.1. Geometria	24
3.2. Pesquisa no Google Forms	24
3.3. Cálculo do Momento	25
3.4. Análises no Autodesk Inventor	25
3.5. Método de Cascata e Diagrama de Ishikawa	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Resultado da pesquisa no Google Forms	30
4.2. Resultados da análises no Autodesk Inventor	35
4.2.1. Análise da geometria 01	39
4.2.2. Análise da geometria 02	39
4.2.3. Análise da geometria 03	40
4.2.4. Análise da geometria 04	41
4.2.5. Análise da geometria 05	41
4.3. Escolha da geometria	42

4.4. Análise e detecção de possíveis falhas da geometria selecionada	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE A	48

1. INTRODUÇÃO

É visto que a pandemia da COVID-19 afetou o fornecimento de componentes eletrônicos para montagem de veículos no Brasil, que é fortemente dependente do mercado externo. Conforme Lima (2023), as montadoras de veículos foram afetadas diretamente pela crise dos semicondutores, uma vez que ocorreu a suspensão da produção devido à escassez de peças.

De acordo com Cardoso (2015), o setor automobilístico está em constante crescimento e é responsável por cerca de 10% das riquezas geradas pela a indústria no país. Para Orlando (2021), o setor automotivo brasileiro é tão dinâmico e promissor quanto incerto; porém, há uma certeza, os dados históricos desse setor nos fornecem muitas informações, muito ricas em análises; permite identificar as reações do mercado à euforia e à depressão econômica e prever o que poderá acontecer.

O projeto de desenvolvimento de um veículo pode ser dividido em sete subsistemas básicos, sendo eles: carenagem, chassi, direção, elétrica, freios, suspensão e transmissão. “O sistema de direção é o subsistema responsável por transmitir o movimento e a força do volante até as rodas, fazendo com que as mesmas agirem adequadamente e direcionam o carro” (Gillespie 1992).

Conforme destaca Gillespie (1992), as finalidades do volante são oferecer segurança ao condutor, proporcionar conforto e apresentar facilidades de manobrabilidade através de trajetos curvilíneos, sejam eles acidentados ou não. Assim, é almejado ter um projeto de volante adequado aos requisitos de projeto de subsistema. Desse modo, as características e problemas enfrentados ao projetar esse componente mecânico irão ser estudados no presente trabalho, com foco em um volante ergonômico de forma conceitual do sistema de direção do protótipo, desenvolvido para a equipe Caraubaja SAE da UFERSA, Campus Caraúbas.

Para isso, o volante tem que ser resistente e confortável ao mesmo tempo, pois os usuários, especificamente os motoristas, passam longas jornadas de trabalho, que podem chegar até 8 horas, com um limite máximo de 2 horas adicionais, conforme estipulado pela Lei 13.103 de acordo com (Prontotel 2023), de 2 de março de 2015, conhecida como a "lei do motorista". Portanto, entregar um posto de trabalho adequado é crucial para que o usuário obtenha um melhor desempenho, sendo função da engenharia proporcionar essas melhorias ao volante e, conseqüentemente, a saúde ocupacional.

Desse modo, este trabalho irá focar em volantes de veículos *off-roads* que têm um maior nível de exigência ergonômica devido a intensidade dos esforços presentes. O nível de exigência

da performance dos veículos off-roads é extremamente rígido, com o volante sendo responsável por transmitir os esforços para as rodas do veículo, ao mesmo tempo deve ser leve e prático para o dia a dia. tendo em vista que foi comprovado através de *feedbacks* dos pilotos, por meio dos testes e, posteriormente, mediante as participações nas competições, que os mesmos relataram cansaço excessivos depois de submetidos aos esforços. Deste modo, neste trabalho será proposto uma nova geometria, inspirado em um modelo de volante de Fórmula 1 que atenda aos quesitos de segurança do Regulamento Administrativo e Técnico Baja SAE Brasil (RATBSB, 2021) - Ementa 4.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Desenvolver um estudo conceitual sobre um volante ergonômico para a equipe Caraubaja SAE, com foco na análise de sua geometria e comportamento em relação aos esforços aplicados, utilizando o Autodesk Inventor 2022.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Realizar um estudo da geometria do volante, visando alcançar uma configuração otimizada que promova conforto, durabilidade e resistência;
- Analisar o material do volante, visando escolher um material que ofereça uma boa relação custo-benefício, seja leve, que apresenta resistência aos esforços solicitados e seja fácil de fabricar;
- Verificar o volante através de análises via elementos finitos no software Autodesk Inventor 2022.

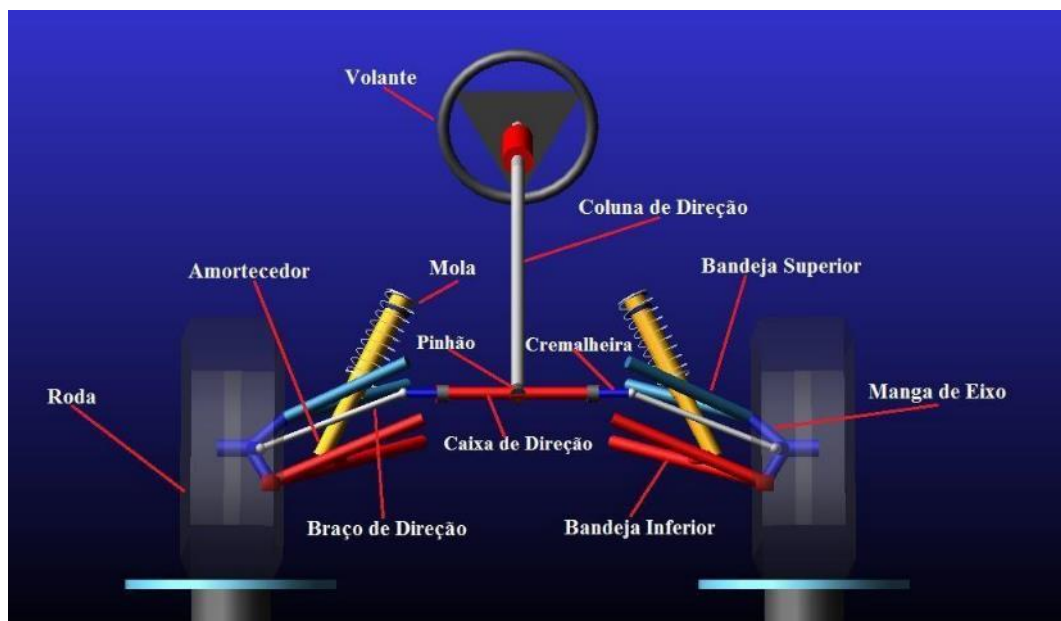
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Sistema de Direção

O sistema de direção de um veículo tem como principais finalidades oferecer segurança ao condutor, proporcionar conforto e apresentar facilidade de manobrabilidade através de trajetos curvilíneos, sejam eles acidentados ou não. Segundo Gillespie (1992), o sistema de direção é responsável por mudar a direção do veículo de acordo com a necessidade do condutor, levando em consideração o terreno que o mesmo se encontra.

De acordo com Gillespie (1992), um sistema de direção consiste em um conjunto de componentes, tais como ilustradas na Figura 1, que tanto fornecem a conexão entre o volante e as rodas quanto auxiliam o motorista na realização de manobras.

Figura 1: Sistema de Direção



Fonte: Silva (2019)

Tendo como o componente mais conhecido do sistema sendo o volante, que transmite os esforços do condutor a rodas do veículo.

Para promover o esterçamento das rodas, conforme a vontade do motorista é necessária a aplicação de uma força resultante ao volante, de modo que este realize movimentos de rotação em torno do seu centro. A coluna de direção é o elemento do mecanismo responsável por fazer a conexão entre o volante e a caixa de direção. Na maioria das vezes, a coluna possui um sistema articulado, o sistema articulado é utilizado quando, em função do projeto, não se consegue uma ligação em linha reta entre o volante e a caixa de direção (Fernandes, 2005).

2.2. Volante

De acordo com Peetz (2018), o volante é um aro circular, onde se inicia o movimento do mecanismo da caixa de direção, sua função é ajudar o motorista a guiar o veículo, seu funcionamento é dado pelo motorista em um movimento circular, e por isso interage com a caixa de direção, virando as rodas do veículo no sentido de rotação comandado pelo condutor. O volante está ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Volante



Fonte: Livre (2023)

De acordo com Terra (2020), os primeiros veículos não tinham volantes, as curvas eram efetuadas por meio de manivelas. Na antiguidade o veículo utilizado eram carroças, que eram guiadas através de rédeas. O volante atual foi dado pela Daimler-Motoren-Gesellschaft, há 120 anos. Mudando de uma haste ou leme de direção simples para o volante de direção, significativamente mais funcional.

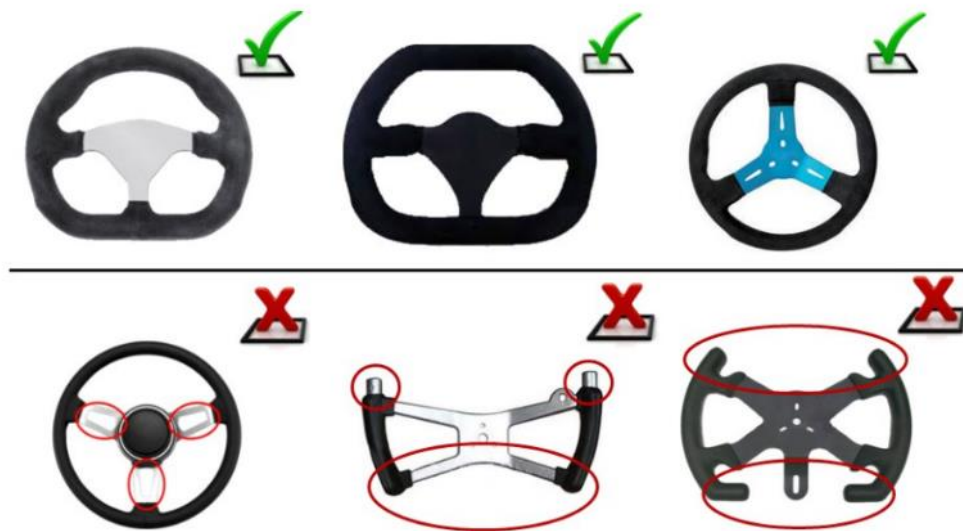
Conforme Terra (2020), antigamente os volantes eram bastante simples, tendo como propósito guiar o veículo. Com o passar do tempo, manusear um volante e mudar a direção do veículo, não é só a função em si do volante, o mesmo deve apresentar conforto e resposta rápida, às variações dos terrenos. Como resultado, toda uma série de fatores (material, geometria, tamanho e entre outros) deve ser levada em consideração ao projetar o volante.

2.2.1. Tipos de Volante

Nas competições BAJA SAE BRASIL, são estabelecidas algumas geometrias permitidas, conforme ilustrado na Figura 3, juntamente com diretrizes regulatórias definidas pela RATBSB (2021), que devem ser rigorosamente seguidas. Sendo elas:

- O volante não pode conter furos ou rasgos em que consiga passar um círculo de 6 mm de diâmetro, mas não um de 50 mm. Este requisito tem o objetivo de impedir que dedos fiquem presos em caso de uma força brusca virar o volante.
- O volante deve possuir um perímetro contínuo que seja aproximadamente circular ou oval, isto é, o perfil do perímetro exterior pode possuir seções retas, mas não seções côncavas. Volantes em forma de “H” ou “8” não são permitidos.
- Todos os volantes serão avaliados pelos Juízes Credenciados de Segurança quanto à adequação do projeto, qualidade de fabricação, robustez e fixação.

Figura 3: Exemplos de geometrias de volante aceitáveis e não aceitáveis



Fonte: RATBSB_emenda_04

Para projetar o volante seguindo as regras e geometrias permitidas, é possível escolher o tipo de volante que atenda às necessidades e requisitos do projeto em questão, considerando cuidadosamente sua ergonomia, peso, material e o processo de fabricação correspondente.

2.2.2. Variáveis Ergonômicas

Os parâmetros relacionados ao diâmetro, espessura e peso do volante desempenham um papel fundamental na busca por um volante que atenda às especificações necessárias. Conforme destacado por Khiat (2020), é importante ressaltar que o ciclo de vida de um volante é notavelmente mais longo em comparação com o de um carro. A vida útil de um volante pode se estender por até uma década ou mais, enfatizando a durabilidade e longevidade desse componente essencial para a direção veicular.

Para garantir uma ergonomia adequada ao segurar o volante, de acordo com Aprovadetrans (2023), é recomendável posicionar as mãos nos pontos equivalentes a 9h e 15 (Figura 5), semelhantes aos ponteiros de um relógio analógico. No entanto, ao realizar manobras de viragem ou curvas, conforme Aprovadetrans (2023), é aconselhável ajustar a posição para aproximadamente 10h e 10 (Figura 4). Essa mudança proporciona maior liberdade de movimento e agilidade ao manusear o volante, garantindo firmeza e permitindo reações rápidas em situações de emergência e alia um posicionamento otimizado que contribui significativamente para uma condução mais segura e eficiente.

Figura 4: Posição 10h e 10



Fonte: Aprovadetrans (2023)

Figura 5: Posição 09h e 15



Fonte: Aprovadetrans (2023)

2.2.3. Tipos de materiais para o volante

Conforme destaca Nakata (2022), os volantes de automóveis são comumente construídos utilizando alumínio como material base e são revestidos com plástico ou couro, geralmente adotando uma forma circular, sendo um exemplo a Figura 6. O processo de revestimento é

realizado com grande atenção, envolvendo colagem e costura manual, resultando em um acabamento artesanal. Essa abordagem é particularmente recomendada para volantes em bom estado, visando a preservação e a correção de problemas como desgaste, esfarelamento ou superfície excessivamente lisa. Além de proporcionar maior durabilidade, o revestimento também aprimora a estética do volante, conferindo-lhe uma aparência renovada que pode se manter por um período médio de 4 a 5 anos.

Figura 6: Volante Revestido



Fonte: Amazon (2023)

Para a fabricação do volante, é possível explorar materiais alternativos aos convencionais. Um exemplo é o uso de fibras de carbono, um material notavelmente resistente e leve. Conforme destaca Filho (2023), em comparação com o aço, a fibra de carbono pode oferecer até cinco vezes mais resistência, ao mesmo tempo em que é mais leve que o alumínio. Isso resulta em um volante mais resistente, mais leve e potencialmente mais confortável. No entanto, é importante destacar que essa vantagem vem acompanhada de uma desvantagem significativa: o custo. De acordo com Manzelli (2022), utilizar fibras de carbono para a fabricação torna o volante mais caro.

2.3. Acoplamentos entre colunas de direção no volante

Conforme Gillespie (1992), coluna de direção é uma das peças de maior importância no sistema de direção de um veículo, pois desempenha um papel crucial ao permitir que o condutor realize manobras, como virar à esquerda ou à direita. Dentro dessa coluna, encontramos componentes igualmente essenciais, como o acoplamento e a articulação, cuja principal função

é garantir que a direção permaneça suave e livre de folgas, contribuindo diretamente para o controle preciso do veículo.

De acordo com Norton (2013), os acoplamentos rígidos desempenham a função de permitir a transmissão de torque entre eixos sem qualquer movimento relativo entre eles, como se fossem uma única peça sólida. Um exemplo amplamente reconhecido de acoplamento rígido é aquele que utiliza flanges parafusadas (Figura 7), onde os eixos são firmemente fixados por meio de oito parafusos.

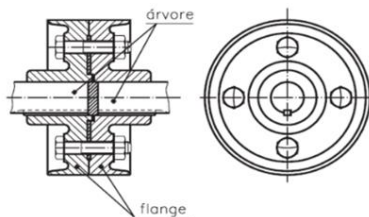
Figura 7: Acoplamento de flange Rc



Fonte: Amazon (2023)

Segundo Norton (2013), o acoplamento rígido com flanges parafusadas é uma variante dos acoplamentos fixos. Este tipo de acoplamento é amplamente empregado quando se deseja unir árvores, sendo particularmente adequado para transmitir grandes quantidades de potência a baixas velocidades, como mostra na Figura 8.

Figura 8: Acoplamento rígido com flanges parafusadas

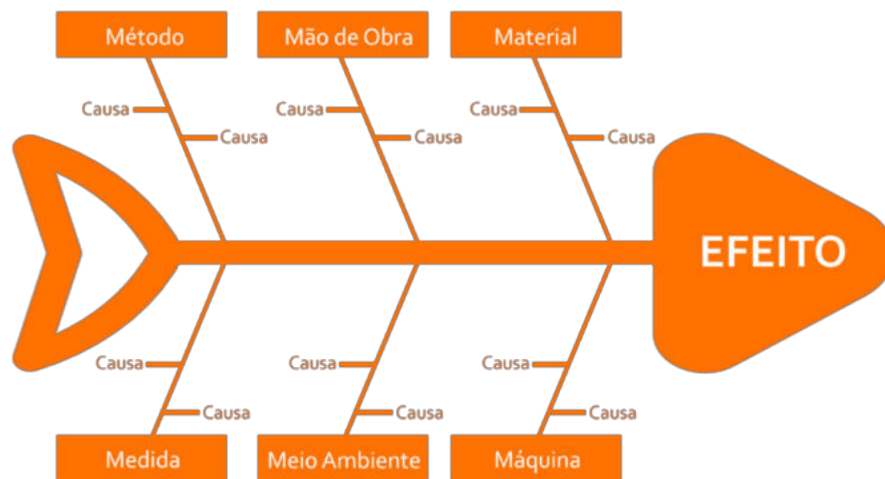


Fonte: Quizlet (2023)

2.4. Ferramentas para gestão de projeto

De acordo com Miguel (2001), o Diagrama de Ishikawa (Figura 9) é uma valiosa ferramenta gráfica empregada na análise e representação dos fatores que influenciam um problema específico, ou seja, suas causas e efeitos. A metodologia desse diagrama, também conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe, é uma ferramenta valiosa que auxilia as pessoas na identificação das possíveis causas de problemas. Em termos simples, essa ferramenta é utilizada para analisar os processos sob diversas perspectivas, relacionando causas potenciais a um cenário específico.

Figura 9: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Soares (2022)

Segundo Magela (2006), a modelo cascata (*waterfall*) representa uma abordagem específica de desenvolvimento de software baseada no relacionamento entre etapas e atividades de um processo. A metodologia em cascata também conhecida como ciclo de desenvolvimento do software (*Software Development Life Cycle, SDLC*) é caracterizada por uma abordagem sequencial, em que o fluxo de trabalho é organizado de forma linear. Nesse contexto, as atividades estão interligadas, dependendo umas das outras para progredir para as próximas etapas de produção, como mostra na Figura 10.

Figura 10: Método da cascata



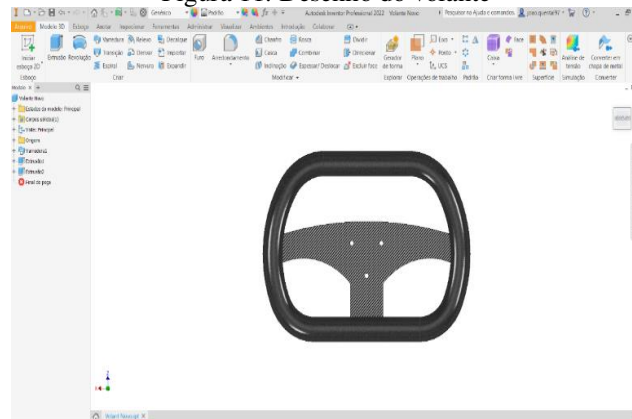
Fonte: Vieira (2013)

2.5. Ferramentas para uso em projetos mecânicos

De acordo com Norton (2013), softwares desempenham um papel essencial no avanço do processo de desenvolvimento de projetos, uma vez que são capazes de fornecer rapidamente informações cruciais, como peso, centro de gravidade, momentos de inércia e propriedades de materiais, entre outras. Isso representa uma significativa evolução em relação aos softwares mais antigos, que se limitavam à representação bidimensional das peças e não ofereciam essa capacidade de análise e detalhamento tridimensional.

De acordo com Inventor (2022), o software Autodesk Inventor 2022 (versão estudantil) fornece ferramentas para o desenvolvimento de projetos mecânicos em 3D, criação de documentação detalhada e simulações de projetos. Entre suas funcionalidades notáveis, destacam-se a capacidade de criar modelos tridimensionais de peças, realizar montagens, apresentações, bem como análises dinâmicas, estáticas e modais, entre muitas outras funcionalidades.

Figura 11: Desenho do volante



Fonte: Adaptado do Autodesk Inventor 2022

Tendo um exemplo de sua aplicação na Figura 11, que mostra a sua interface interativa. Essa robusta plataforma é indispensável para projetistas e engenheiros que buscam desenvolver e analisar produtos de forma eficaz e precisa, que se destaca pela sua interface intuitiva e pela ampla gama de recursos disponíveis, impactando significativamente o resultado final de qualquer projeto em que é utilizado.

2.6. Momento Binário

Segundo Hibbler (2012), o momento binário é definido como duas forças paralelas que têm a mesma intensidade, nas direções opostas e são separadas por uma distância perpendicular. Ou seja, o cálculo do momento será a força do volante vezes o seu diâmetro maior correspondente.

Para calcular a força que atua no volante é com base no equacionamento desenvolvido por Taborek (1957). Esta teoria é aplicada para determinar o momento estático necessário para esterçar as rodas quando o veículo está parado.

Sendo resumidamente o equacionamento, nas equações abaixo.

$$\vec{F} = \frac{Mk\zeta e}{b \cos \beta} \quad (1)$$

Onde:

$$\overrightarrow{Mk} = \mu\pi'h \quad (2)$$

$$\zeta e = 1 + \frac{a}{b} \quad (3)$$

3. METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizada uma metodologia descritiva, conforme destaca Experian (2023), a metodologia descritiva é um método que se concentra na coleta de informações específicas e detalhadas para descrever uma realidade. Como o próprio nome sugere, esse tipo de metodologia visa expor os dados relacionados a um determinado produto.

3.1. Geometria

As geometrias desenhadas foram projetadas através do software Autodesk Professional 2022. Tendo como foco os volantes de veículos *off-roads* e a regra do RATBSB (2021) e levando em consideração as respostas do formulário aplicado, foi elaborando-se uma nova geometria, tendo uma junção dos modelos permitidos ao volante do RATBSB emenda 04 (apresentado na Figura 3) com o modelo do volante de Fórmula 1 da Ferrari (Figura 12).

Figura 12: Volante de fórmula 1 (Ferrari)



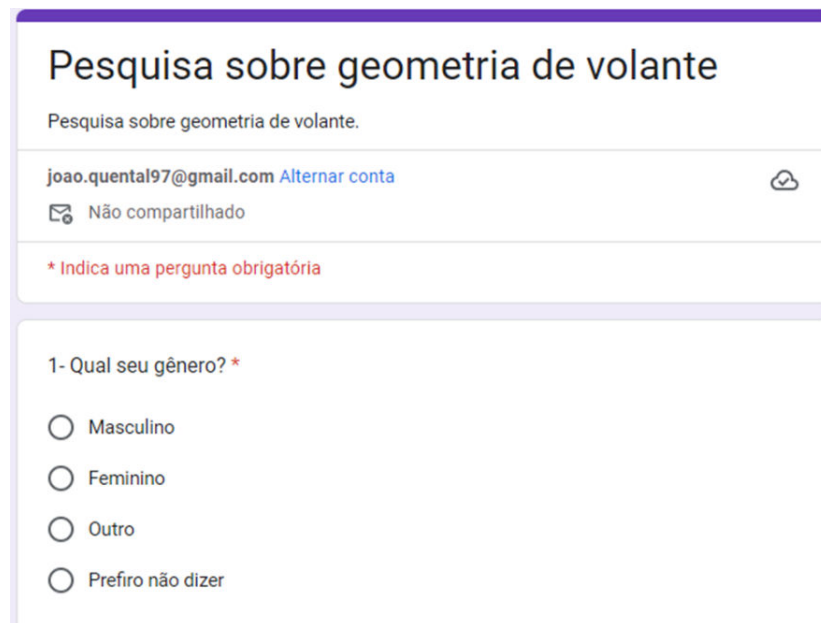
Fonte: Amazon (2023)

3.2. Pesquisa no Google Forms

Foi aplicado neste trabalho uma entrevista estruturada, que de acordo com Guimarães (2022), a entrevista estruturada é um método de entrevista no qual as perguntas são pré-estabelecidas e aplicadas de maneira uniforme a todos os candidatos. Seu principal objetivo é avaliar os entrevistados de forma criteriosa e imparcial.

Foi aplicado um formulário por meio do Google Forms (encontra-se no apêndice A) com o objetivo de conduzir uma pesquisa de opinião sobre a geometria do volante. Inicialmente, as perguntas foram organizadas em duas áreas de análise distintas: a primeira concentra-se no perfil do entrevistado (sendo as 4 primeiras perguntas), enquanto a segunda análise aborda questões diretas relacionadas às geometrias de volante, conforme a Figura 13.

Figura 13: Pesquisa no Google Forms



The image shows a Google Form titled "Pesquisa sobre geometria de volante". Below the title is a subtitle "Pesquisa sobre geometria de volante." and a user profile section showing "joao.quental97@gmail.com" with a link to "Alternar conta" and a status "Não compartilhado". A red asterisk indicates a mandatory question. The first question is "1- Qual seu gênero? *", with four radio button options: "Masculino", "Feminino", "Outro", and "Prefiro não dizer".

Fonte: Autoria própria (2023)

3.3. Cálculo do Momento

Para determinar a força necessária para realizar o esterçamento, na qual a força foi encontrada de 1284 N. Para garantir uma margem de segurança adequada, foi aplicado um fator de segurança igual a 3, conforme estabelecido por Taborek (1957), sendo esse fator este fator de segurança específico para carros de competição, visando assegurar que a peça seja capaz de suportar as condições extremas de uso. O projeto leva em consideração tanto o cálculo da força necessária quanto a incorporação de um fator de segurança para garantir a confiabilidade e a segurança da peça em carros de competição.

Para encontrar a encontrar a força que atua no volante divide-se a força encontrada pela a relação de engrenagem da caixa de direção do protótipo.

3.4. Análises no Autodesk Inventor

Para realizar análises de forças no Autodesk Inventor, foram criadas cinco geometrias diferentes. O propósito é verificar qual geometria será a mais adequada, variando o seu diâmetro ou a sua nervura.

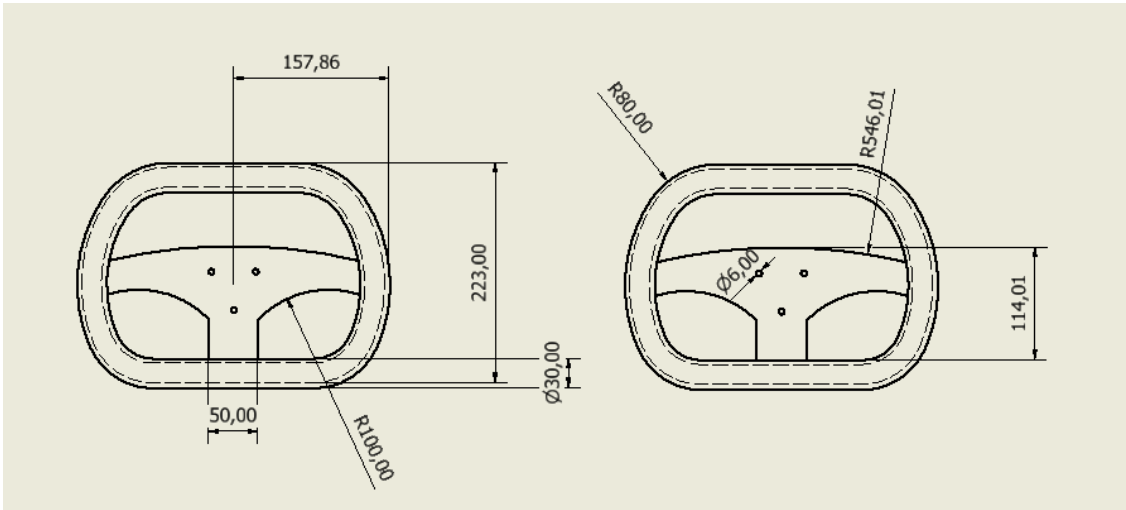
Para a análise de tensão, foram adotados diversos parâmetros, conforme estabelecidos na Tabela 1, levando em consideração a geometria específica do projeto, tendo como exemplo a Figura 14. Após a elaboração das geometrias, foi realizada uma seleção criteriosa do material, que incluiu opções como Madeira, Alumínio 6061, Fibra de Carbono e Aço sae 1020, em seguida realizou simulações das diferentes geometrias. Posteriormente, após uma análise detalhada, foi tomada a decisão de escolher o material que melhor se adequa às necessidades do projeto.

Tabela 1 - Parâmetros

Geometrias	Diâmetro (mm)	Força no Volante (N)	Momento (N mm)
01	223,5	398,76	89122,9
02	211	398,76	84138,4
03	211	398,76	84138,4
04	211	398,76	84138,4
05	315,72	398,76	125972

Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 14: Desenho detalhado da geometria 05



Fonte: Autoria Própria (2023)

De acordo com os dados da Tabela 1, as geometrias 02, 03 e 04 não apresentaram variações em seus diâmetros, mas sim em suas nervuras, o que resultou em alterações no seu peso. E as geometrias 01 e 05, variaram tanto o diâmetro quanto a sua nervura.

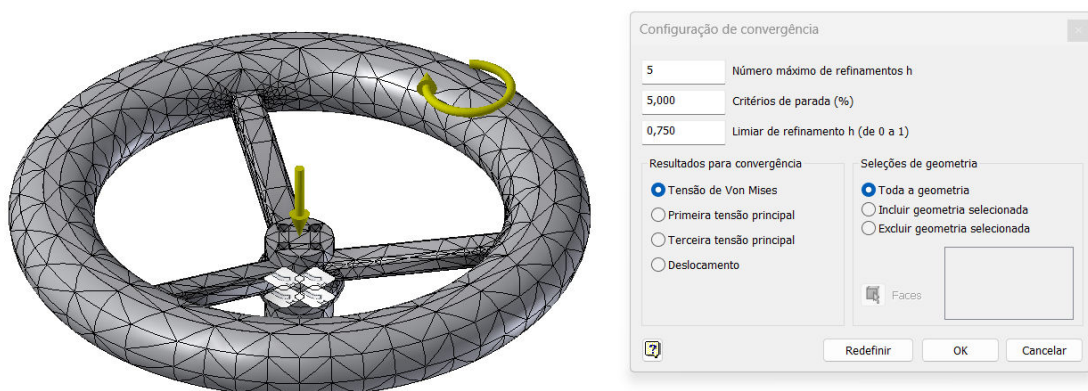
Todas as simulações, foram adotadas as mesmas condições de contorno (Figura 15), em que foi engastado nos furos dos parafusos que acopla o volante na coluna de direção, localizado no centro do volante, tendo como direção do momento no sentido de girar o volante para o lado direito. Além disso, todas as simulações, teve como critério de convergência de malha (Figura 16) abaixo de 5%, de modo que os resultados obtidos sejam robustos e condizentes com a realidade.

Figura 15: Condições de contorno



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 16: Malha



Fonte: Autoria Própria (2023)

Para assegurar a adequação das geometrias no projeto, foi estabelecido um critério de segurança com um fator de segurança mínimo de 1,3. Sendo que o cálculo do fator de segurança é a relação entre o limite de tensão de escoamento do material e o limite de tensão calculada (tensão máxima de von mises).

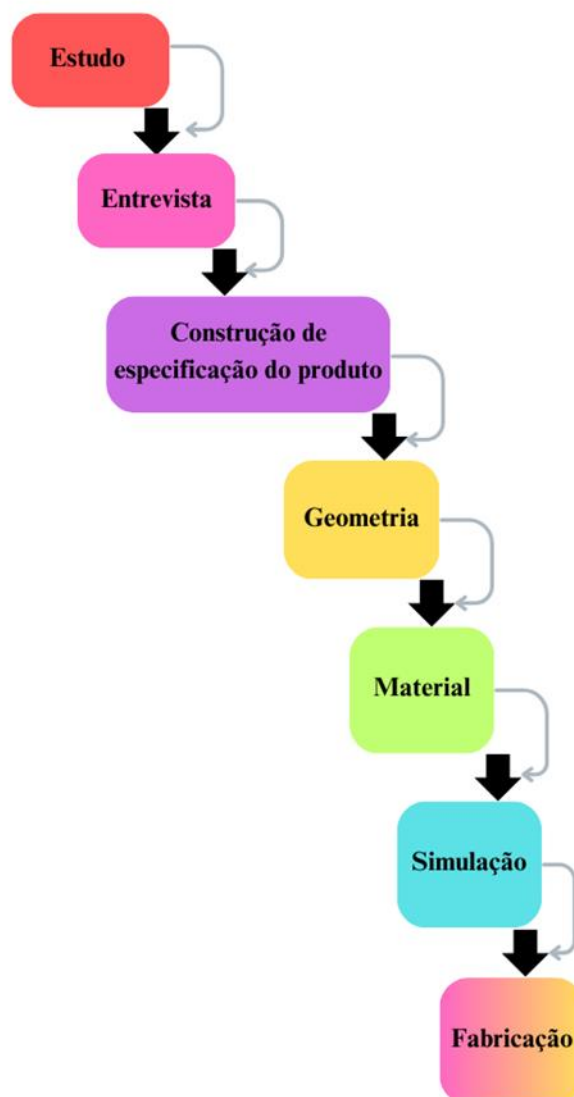
3.5. Método de Cascata e Diagrama de Ishikawa

Para desenvolver uma abordagem sequencial, optou-se por empregar o método de Cascata. Além disso, no decorrer deste projeto, foi aplicado um diagrama de possíveis falhas, especificamente o diagrama de Ishikawa, para analisar as potenciais questões relacionadas ao volante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o método de cascata, foi elaborada uma abordagem sequencial, em que o fluxo das atividades é organizado de forma linear. Onde deve-se obedecer essa sequência, para chegar no produto final. Como este trabalho é de forma conceitual, então finaliza-se na etapa de simulação, conforme a Figura 17.

Figura 17: Sequência de etapas



Fonte: Autoria Própria (2023)

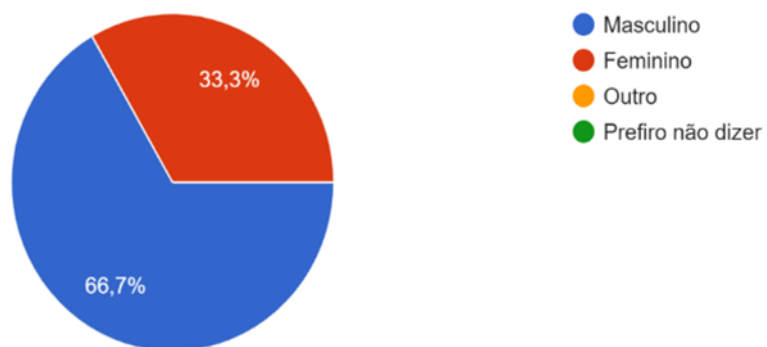
4.1. Resultado da pesquisa no Google Forms

O formulário em questão, conforme descrito no Apêndice A, recebeu um total de 15 respostas. Os 4 gráficos a seguir, representam as quatro primeiras perguntas que abordaram o perfil dos entrevistados.

Gráfico 01 - Gênero.

1- Qual seu gênero?

15 respostas

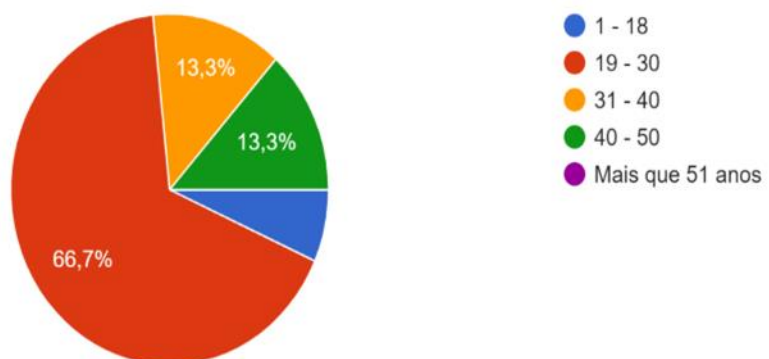


Fonte: Google Forms (2023)

Gráfico 02 - Faixa Etária

2 - Faixa Etária

15 respostas

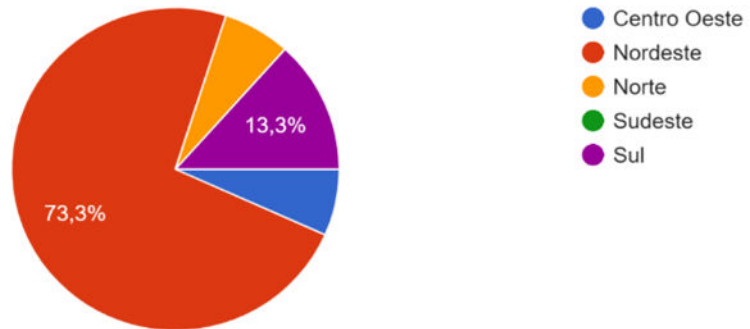


Fonte: Google Forms (2023)

Gráfico 03 - Região

3 - Região que você mora?

15 respostas

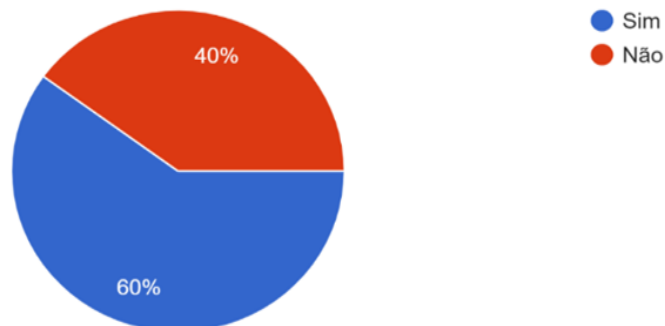


Fonte: Google Forms (2023)

Gráfico 04 - Bajeiro ou Ex-bajeiro

4 - Você é Bajeiro ou Ex-bajeiro?

15 respostas



Fonte: Google Forms (2023)

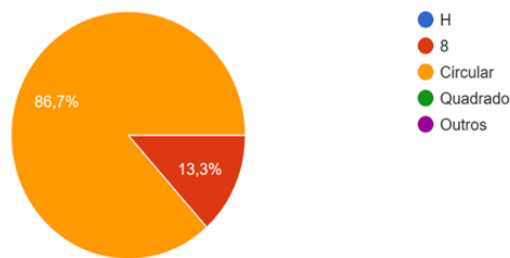
Com base nos quatro gráficos apresentados, chegando aos seguintes resultados: das 15 pessoas entrevistadas, 10 são do sexo masculino e 5 do sexo feminino. Quanto às faixas etárias, observa-se uma pequena variação, indicando que a diversidade de opiniões entre diferentes gerações é um fator crucial a ser considerado na análise. Além disso, a distribuição geográfica revela que a maioria dos entrevistados reside na região nordeste do Brasil, essa informação indica que a pesquisa abrangeu diversas regiões do país. Além disso, a pesquisa contemplou questões relacionadas ao perfil dos participantes, identificando se são bajeiros ou ex-bajeiros, esses dados

fornece uma visão importante da experiência dos entrevistados em relação ao tema em estudo, permitindo uma análise mais abrangente e significativa.

As perguntas a seguir e os gráficos a seguir demonstram o início da análise da geometria do volante. Sendo o próximo sobre o formato do volante (Gráfico 05).

Gráfico 05 - Formato do volante

5 - Qual é o formato de volante mais amplamente reconhecido ou utilizado em veículos automotores?
15 respostas



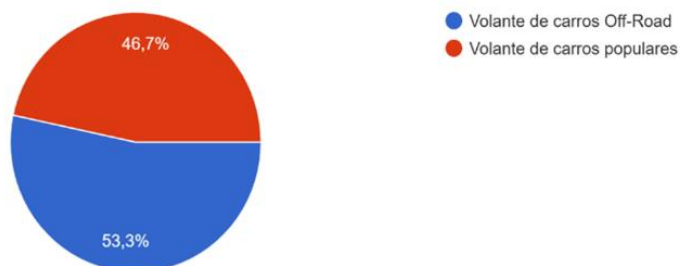
Fonte: Google Forms (2023)

Com base nas informações apresentadas no Gráfico 05, é notório que a maioria dos entrevistados demonstra maior familiaridade com o formato tradicional de volante, o qual é circular. Isso ressalta a importância de entender as preferências e expectativas dos participantes em relação à geometria do volante, uma vez que essa é uma característica essencial para o design e a usabilidade do produto ou projeto em questão.

No Gráfico 06, será informado qual o volante mais confortável.

Gráfico 06 - Qual o volante confortável

6 - Qual o volante mais confortável?
15 respostas



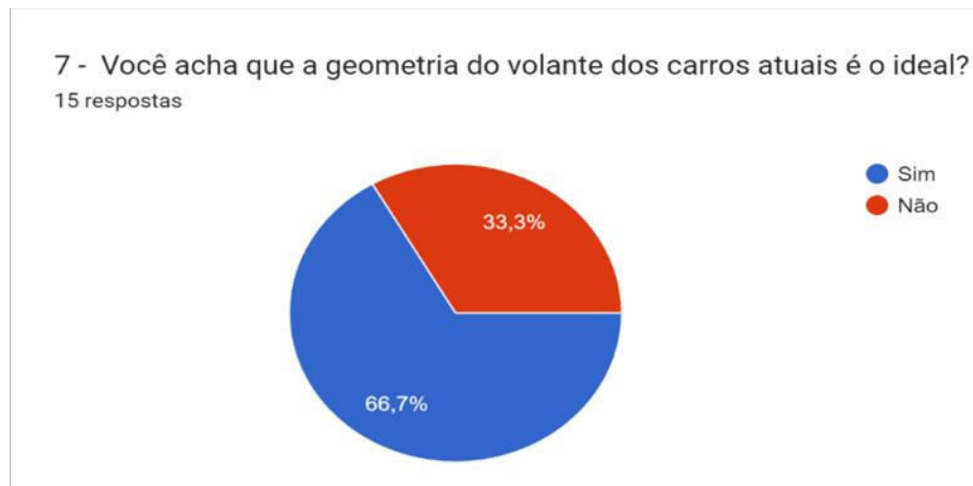
Fonte: Google Forms (2023)

Quanto ao Gráfico 06, ele revela uma vantagem que pode ser considerada modesta, porém, ao mesmo tempo, significativa. Nota-se que o volante de veículos off-road é percebido

como mais confortável pelos entrevistados. Essa percepção destaca um aspecto importante a ser considerado na concepção de volantes para veículos off-road, uma vez que o conforto é um fator crucial para uma experiência de condução agradável e segura.

Continuando a análise, o Gráfico 07 é relatado sobre a geometria dos carros atuais se é o ideal.

Gráfico 07 - Geometria do volante dos carros



Fonte: Google Forms (2023)

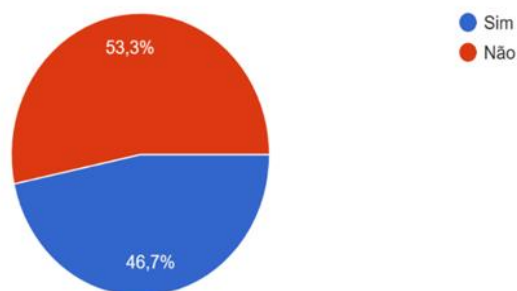
Continuando a análise da pesquisa, no Gráfico 07, é possível observar que a maioria dos entrevistados considera a geometria dos carros atuais como ideal. Esse dado aponta para uma tendência geral na apreciação das dimensões dos volantes em veículos modernos, sugerindo que essa configuração é bem aceita e considerada adequada pela maioria dos participantes da pesquisa.

O Gráfico 08 apresentará o tamanho adequado do volante, considerando que 300 mm é o tamanho ideal.

Gráfico 08 - Volante de 300 mm

8 - O tamanho do volante de 300 mm de diâmetro para aplicação no veículo Baja é adequado?

15 respostas



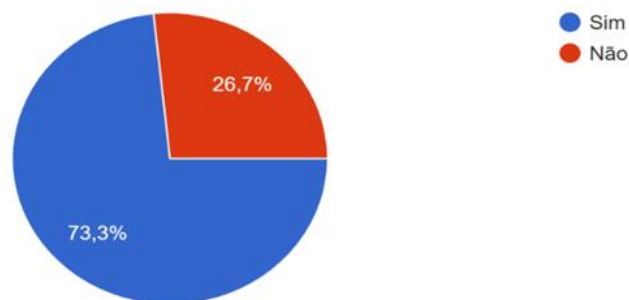
Fonte: Google Forms (2023)

Com base no Gráfico 08 pode-se notar que o tamanho de 300 mm não é apropriado, apresentando uma diferença considerável em relação ao tamanho considerado adequado.

O Gráfico 09, irá demonstrar se é necessário um engate rápido no volante do veículo baja.

Gráfico 09 - Engate rápido no volante

9 - É essencial a inclusão de um engate rápido no volante do veículo Baja?
15 respostas



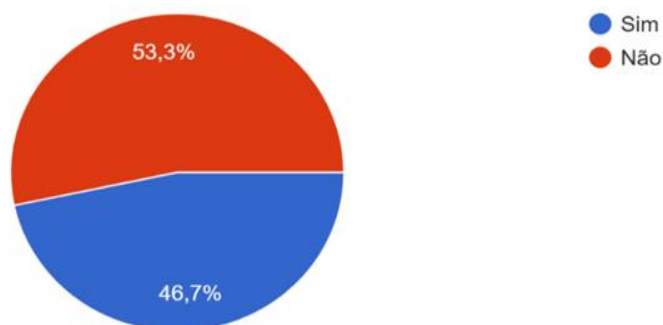
Fonte: Google Forms (2023)

Ao analisar o Gráfico 09 torna-se evidente a necessidade de implementar um engate rápido no volante do veículo baja.

O Gráfico 10, se a fabricação do volante do baja é o mais eficaz.

Gráfico 10: A fabricação do volante?

10 - A fabricação do volante do baja, é o mais eficaz?
15 respostas



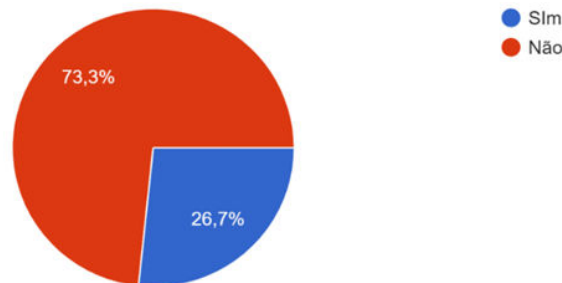
Fonte: Google Forms (2023)

O Gráfico 10, nota-se uma diferença significativa e notável na eficácia da fabricação do volante do baja que demonstra que a fabricação não é a abordagem mais eficaz.

O Gráfico 11, diz respeito ao material para a fabricação do volante.

Gráfico 11: Material

11 - O aço é a escolha mais indicada para a construção do volante do veículo Baja?
15 respostas



Fonte: Google Forms (2023)

Com base nas informações apresentadas no Gráfico 11, é evidente que o uso de aço como material de construção para o volante não é a opção mais adequada. Portanto, considera-se viável a utilização de um material alternativo, como o alumínio, para a fabricação do volante.

4.2. Resultados da análise no Autodesk Inventor

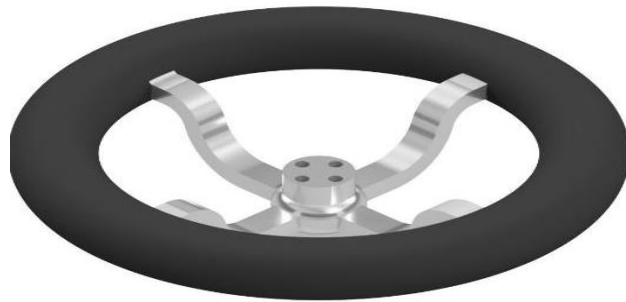
As geometrias foram modeladas com base em volantes de veículos off-road. Para tal, optou-se pelo formato circular. Essa escolha se fundamentou em uma pesquisa conduzida por meio do Google Forms, que apontou o formato circular como o mais familiar entre os entrevistados. Além disso, variou-se o diâmetro do volante, uma vez que o tamanho de 300 mm se mostrou inadequado. Durante o estudo, o diâmetro foi ajustado tanto para valores maiores quanto para valores menores do que 300 mm. Essa escolha foi respaldada pela pesquisa, na qual os entrevistados indicaram que os volantes desse tipo de veículo são os mais confortáveis. Nas figuras a seguir estão mostradas, mostram as geometrias desenhadas.

Figura 18: Geometria 01



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 19: Geometria 02



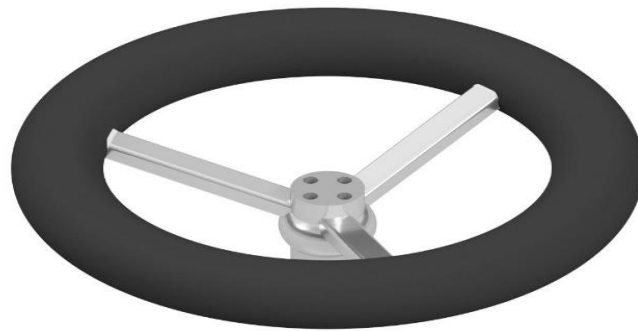
Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 20: Geometria 03



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 21: Geometria 04



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 22: Geometria 05



Fonte: Autoria Própria (2023)

Para a seleção do material a ser utilizado na simulação, foi desenvolvida uma matriz de decisão (Tabela 2), que inclui quatro materiais diferentes. A análise desses materiais foi realizada atribuindo pontuações aos fatores relevantes, em uma escala de 1 a 5, na qual 1 representa a menor nota e 5 a nota mais alta. As pontuações desses fatores levaram em consideração as propriedades individuais de cada material.

Tabela 2 - Matriz de decisão do material

Fator	Alumínio 6061	Madeira	Aço Sae 1020	Fibra de Carbono
Leve	4	5	3	5
Resistência ao impacto	4	1	3	5
Fabricação	5	4	3	5
Custo para aquisição	4	4	4	2
Fácil de fabricar	5	4	3	5
Total	22	18	17	22

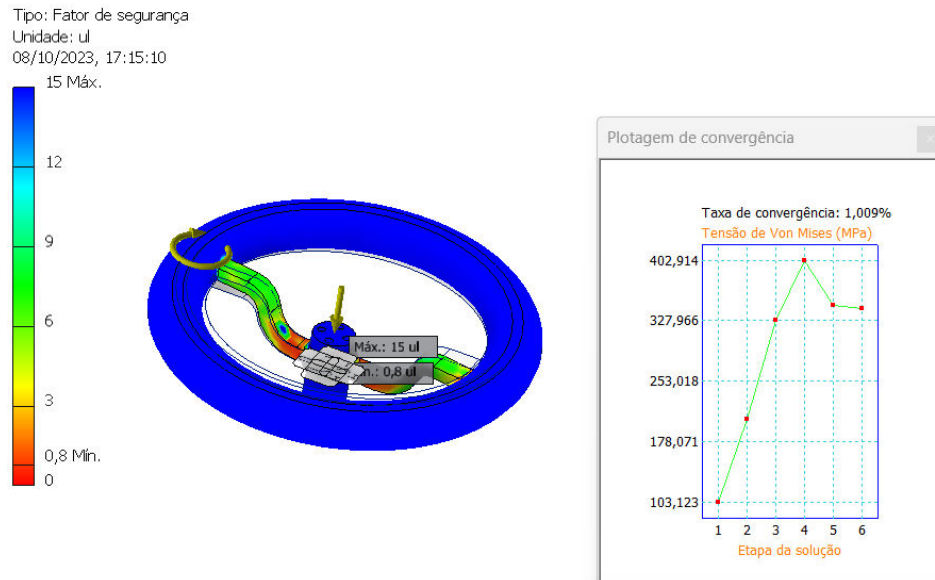
Fonte: Autoria Própria (2023)

Conforme a matriz de decisão, é evidente que dois materiais obtiveram pontuações idênticas. No entanto, considerando o custo de aquisição como critério decisivo. Foi selecionado o material do tipo alumínio como a melhor opção, que em contraste com o aço, o alumínio possui uma densidade menor, o que significa que um volante fabricado com alumínio pode ser mais leve. A resistência à oxidação do alumínio 6061 é notavelmente superior em comparação com o aço. Além disso, o alumínio oferece uma durabilidade excepcional e um custo de reposição menor, ao contrário do aço, que tende a se desgastar rapidamente. Além disso, o alumínio é capaz de suportar níveis de tensão mais elevados do que o aço sae 1020 sem sofrer rachaduras ou quebras, e sua maleabilidade facilita o processo de moldagem. E a vantagem em relação à fibra de carbono é o custo, tornando-o o material com melhor custo-benefício.

Considerando que a força aplicada ao volante é aproximadamente de 398,76 N, os momentos foram calculados para todas as geometrias analisadas com base nos seus diâmetros maiores previamente definidos. Posteriormente, foram realizadas simulações utilizando os valores dos momentos de cada geometria. Vale ressaltar que o momento foi calculado multiplicando a força aplicada no volante pelo seu respectivo diâmetro maior.

4.2.1. Análise da Geometria 01:

Figura 23: Análise da Geometria 01

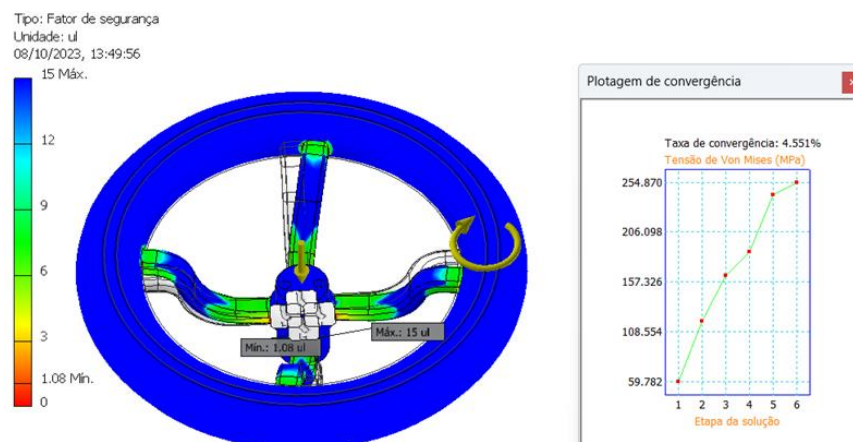


Autoria Própria (2023)

De acordo com a Figura 23, pode-se observar que a geometria 01 não atende ao critério estabelecido, uma vez que o fator de segurança é inferior a 1,3; registrando um valor de 0,8.

4.2.2. Análise da Geometria 02:

Figura 24: Análise da Geometria 02

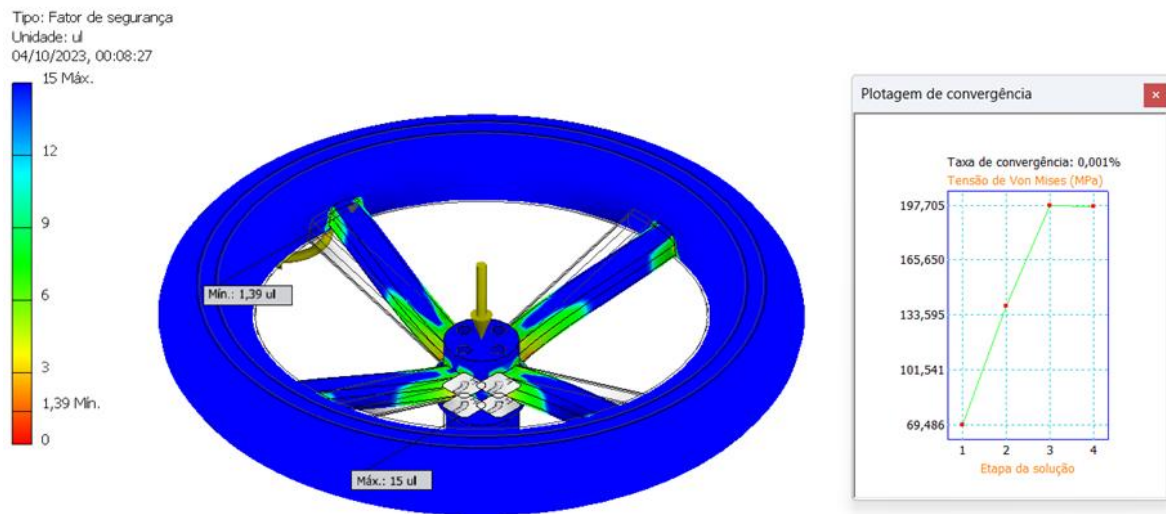


Autoria Própria (2023)

Com base na Figura 24, a geometria 02 apresenta fator de segurança de 1,08. Embora este valor esteja próximo do limite permitido, ainda existe uma margem estreita para melhorias necessárias na segurança da geometria.

4.2.3. Análise da Geometria 03:

Figura 25: Análise da Geometria 03

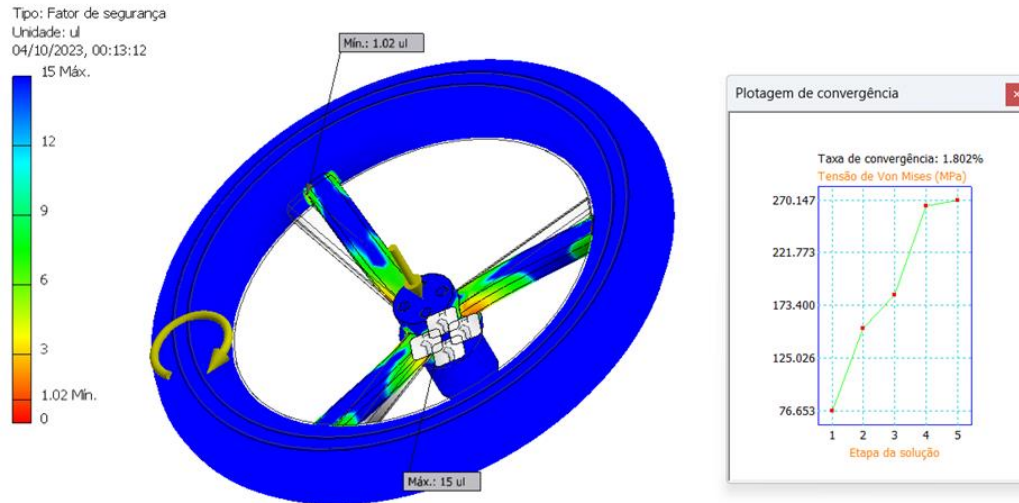


Fonte: Autoria Própria (2023)

Ao examinar a Figura 25, é evidente que a geometria 03 atende ao critério, uma vez que o fator de segurança é superior a 1,3 com um valor de 1,39. Isso indica que a geometria possui uma margem de segurança adequada, sendo que no mínimo para o projeto adotado é de 1,3. Proporcionando confiabilidade em suas características de desempenho.

4.2.4. Análise da Geometria 04:

Figura 26: Análise da Geometria 04

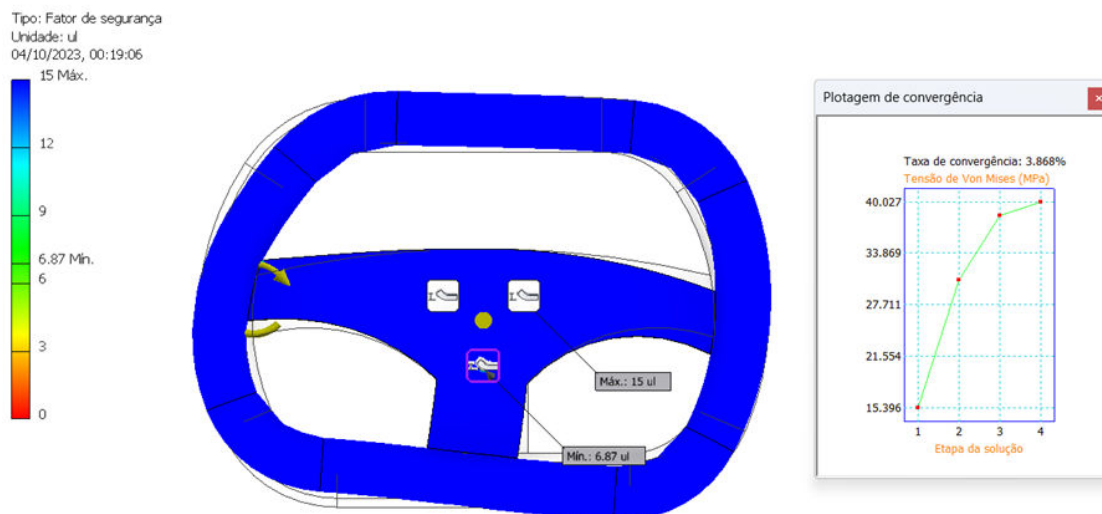


Fonte: Autoria Própria (2023)

Ao analisar a Figura 26, é evidente que a geometria 04 apresenta é inferior a 1,3 com um valor de 1,02. Embora este valor esteja próximo do limite permitido, ainda existe uma margem estreita para melhorias necessárias na segurança da geometria.

4.2.5. Análise da Geometria 05:

Figura 27: Análise da geometria 05



Fonte: Autoria Própria (2023)

Quanto à Figura 27, a geometria é a que melhor atende ao critério estabelecido, uma vez que o valor do fator de segurança é muito superior a 1,3 registrando um valor de 6,87. Esse resultado demonstra que essa geometria possui uma margem de segurança substancial, sendo cerca de 5 vezes maior do que o mínimo necessário. Essa é, portanto, a geometria com o melhor fator de segurança, o que resulta em um volante robusto e confiável, garantindo conforto e resistência.

4.3. Escolha da Geometria

Além das simulações, foi desenvolvida uma matriz de decisão (tabela 3), que inclui cinco fatores diferentes. A análise dessas geometrias foi realizada atribuindo pontuações aos fatores relevantes, em uma escala de 1 a 5, na qual 1 representa a menor nota e 5 a nota mais alta.

As pontuações dos fatores da Tabela 3 foram determinadas com base nos resultados das análises de cada geometria. No caso do fator "Materiais de baixo custo", uma vez que o material utilizado é o mesmo, foi atribuída a mesma pontuação para todas as geometrias. Quanto aos fatores "Ergonomia" e "Resistência aos esforços", as pontuações refletiram a adequação da geometria em relação ao fator de segurança. Da mesma forma, uma vez que o mecanismo de acoplamento é idêntico em todas as geometrias, o fator de "Montagem" também recebeu a mesma pontuação.

Tabela 3 - Matriz de decisão da geometria

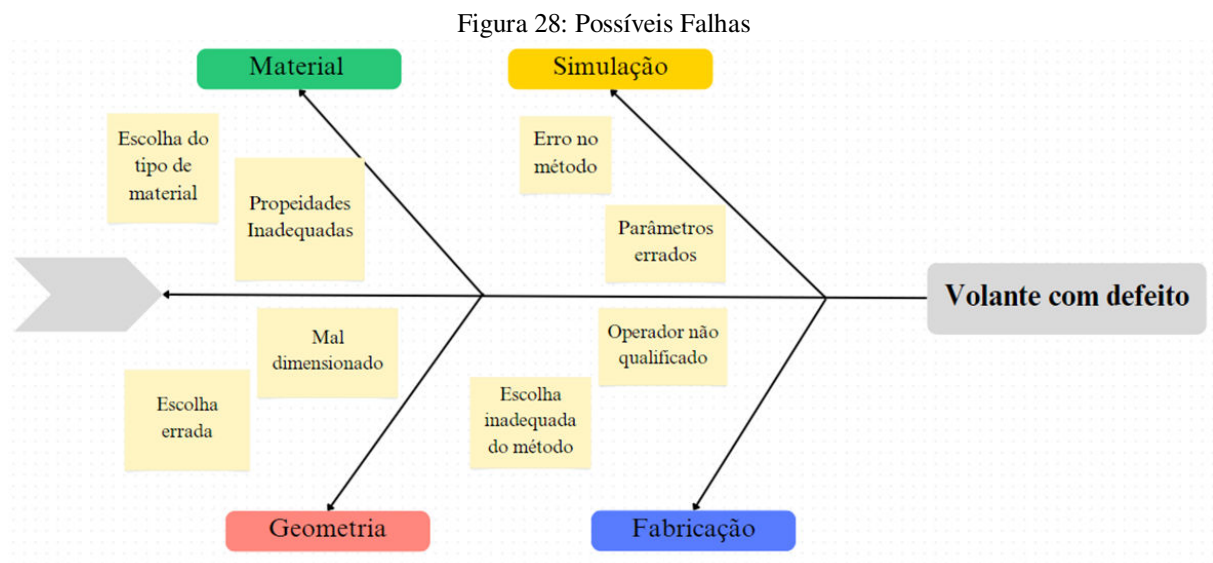
Fatores	Geometria 01	Geometria 02	Geometria 03	Geometria 04	Geometria 05
Resistir aos esforços	1	2	4	2	5
Leve	5	3	4	5	3
Materiais de baixo custo	4	4	4	4	4
Ergonomia	1	3	4	2	5
Fácil montagem	5	5	5	5	5
Total	16	17	21	18	22

Fonte: Autoria Própria (2023)

Com base na Tabela 3, é evidente que a geometria 05 obtém a pontuação mais alta, estabelecendo-se assim como a melhor opção de acordo com os critérios previamente estabelecidos.

4.4. Análise e detecção de possíveis falhas da geometria selecionada

A fim de identificar as possíveis falhas futuras desse novo volante para que sejam pensadas ações de minimização dos riscos, foi elaborado um diagrama de Ishikawa, Figura 28.



Fonte: Autoria Própria (2023)

Analisando o diagrama de Ishikawa que foi elaborado, é possível identificar algumas potenciais falhas. Essa análise permite avaliar em qual estágio ocorreu o erro, possibilitando a correção antes que o volante apresente algum defeito. Essa abordagem proativa de identificação e correção de problemas é fundamental para garantir a qualidade do produto final.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi apresentado um estudo conceitual que representa um passo crucial na busca por um volante de alto desempenho e segurança para a equipe Caraubaja SAE. Priorizando a ergonomia e a resistência, foi realizado uma análise detalhada da geometria e do comportamento em relação aos esforços aplicados, por meio do software Autodesk Inventor 2022, que após as avaliações irá permitir a fabricação de um volante sob medida para as necessidades dos pilotos. Através do projeto, foi possível alcançar um volante de alta qualidade que consequentemente elevará o desempenho da equipe a novos patamares, garantindo uma experiência mais segura e eficiente nas competições automobilísticas.

A geometria escolhida é a Geometria 05, selecionando o alumínio como o material mais vantajoso em termos de custo-benefício. Esta escolha se deve ao fato de que a Geometria 05 obteve a pontuação mais alta em relação ao fator de segurança, superando o mínimo necessário em mais de 5 vezes. Além disso, seu diâmetro é superior a 300 mm, conforme os resultados da pesquisa realizada no Google Forms. Com base nesses dados, pode-se concluir que essa configuração é a escolha mais favorável e eficaz, atendendo plenamente aos requisitos de segurança e critérios estabelecidos.

REFERÊNCIAS

AMAZON. **Acoplamento de Flange RC**. 2023. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Acoplamento-Substitui%C3%A7%C3%A3o-Universal-Conector-Acess%C3%B3rios/dp/B0C3PMJY2Y>. Acesso em: 25 set. 2023.

AMAZON. **Capa de volante de couro de microfibra respirável**. 2023. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Alusbell-microfibra-respir%C3%A1vel-automotivo-universal/dp/B07XCP8YZM>. Acesso em: 27 set. 2023.

AMAZON. **Volante Ferrari F1 Thrustmaster**. 2023. Disponível em: https://www.amazon.com.br/Removivel-Thrustmaster-Ferrari-F1-Wheel/dp/B005PPOBQE/ref=sr_1_1?__mk_pt_BR=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=TW5RUST79HXP&keywords=volante+ferrari+formula+1&qid=1696015102&s=videogames&prefix=volante+ferrari+formula+1%2Cvideogames%2C273&sr=1-1&ufe=app_do%3Aamzn1.fos.25548f35-0de7-44b3-b28e-0f56f3f96147. Acesso em: 27 set. 2023.

APROVADETRAN. **Posição das mãos no volante**. 2023. Disponível em: <https://www.aprovadetrans.com.br/manobras-do-exame/posicao-das-maos-no-volante#:~:text=Para%20segurar%20o%20volante%20corretamente,15%E2%80%9D%20do%20rel%C3%B3gio%20de%20ponteiros..> Acesso em: 26 set. 2023.

CARDOSO, André; AUGUSTO, Fausto Júnior; BELZUNCES, Renata dos Santos; VIANA, Rodolfo; CAMARGO, Zeíra. **O setor automotivo no Brasil: Emprego, relações de trabalho e estratégias sindicais**. 2015. Disponível em: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/brasilien/12147.pdf> Acesso em: 08 jul. 2023.

EXPERIAN, Serasa. **Pesquisa descritiva: o que é e como funciona?** 2023. Disponível em: <https://www.serasaexperian.com.br/conteudos/marketing/pesquisa-descritiva-o-que-e-e-como-funciona/#:~:text=A%20pesquisa%20descritiva%20%C3%A9%20um,aprofunda%20no%20porqu%C3%AA%20dessas%20caracter%C3%ADsticas..> Acesso em: 02 out. 2023.

FERNANDES, Marcelo Arronilas. **Estudos em um sistema de direção veicular**. 2005. 99 p. Dissertação (Título de Mestre Profissional em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

GILLESPIE, Thomas D. **Fundamentals of vehicle dynamics**. 1992. Society of Automotive Engineers, Inc.

GUIMARÃES, Bruna. **O que é entrevista estruturada, vantagens e como fazer uma?** 2022. Disponível em: <https://www.gupy.io/blog/entrevista-estruturada#:~:text=Entrevista%20estruturada%20%C3%A9%20um%20m%C3%A9todo,de%20forma%20criteriosa%20e%20justa..> Acesso em: 06 out. 2023.

HERÁCLIO, Filho João Hermínio de Queiroz. **Bicicleta de alumínio versus fibra de carbono: estudo comparativo**. 2023. 12 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica), Centro Universitário dos Guararapes, Recife, 2023.

HIBBELER, R. C. **Estática**. 12ª ed., São Paulo: Pearson Brasil, 2011.

INVENTOR, Autodesk. **Autodesk Inventor: software de projeto mecânico para ideias ambiciosas**. 2022. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/inventor/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>. Acesso em: 22 set. 2023.

KHIAT, Marwan. **New two-spoke steering wheel: a complex development project**. 2020. Disponível em: <https://www.skoda-storyboard.com/en/skoda-world/innovation-and-technology/new-two-spoke-steering-wheel-a-complex-development-project/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

LIMA, Helder. **Entenda como a crise de semicondutores afetou a cadeia produtiva de automóveis**. São Caetano do Sul, 02 julho. 2023. Disponível em: <https://www.redebrasilatual.com.br/blogs/blog-na-rede/entenda-como-a-crise-de-semicondutores-afetou-a-cadeia-produtiva-de-automoveis/>. Acesso em: 10 set. 2023.

LIVRE, Mercado. **Volante de kart offroad 270 mm, modificação de 3 raios**. 2023. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3614903712-volante-de-kart-offroad-270-mm-modificacao-de-3-raios-_JM#position=6&search_layout=stack&type=item&tracking_id=6428c2e1-46b2-4b71-b8db-4e7f5e120164. Acesso em: 16 out. 2023.

MAGELA, Rogério. **Engenharia de Software Aplicada: princípios**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2006.

MANZELLI, Gabriel. **Carbono vs Alumínio**. 2022. Disponível em: <https://semexe.com/blog/carbono-vs-aluminio/#:~:text=O%20carbono%20%C3%A9%20mais%20caro..> Acesso em: 28 set. 2023.

MIGUEL, Paulo. **Qualidade: Enfoques e Ferramentas**. 1. Ed. Artliber, 2001.

NAKATA. **Conheça os 6 principais componentes do sistema de direção**. 2022. Disponível em: <https://blog.nakata.com.br/principais-componentes-do-sistema-de-direcao/>. Acesso em: 25 set. 2023.

NORTON, Robert L. **Projeto de máquinas**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 1054 p.

ORLANDO, Merluzzi. **Para onde caminha o setor automobilístico no Brasil?** Disponível em: <https://carsughi.uol.com.br/2021/03/para-onde-caminha-o-setor-automobilistico-no-brasil/> Acesso em: 10 jul. 2023..

PEETZ, Renan Augusto Marchezin. **Projeto de uma caixa de direção para um protótipo Baja**. 2018. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) Escola de Engenharia de Piracicaba, Piracicaba, 2018.

SAE, Portal Brasil. **Regulamento Baja SAE Brasil: Definições**. 2021. Disponível em: http://saebrasil1.hospedagemdesites.ws/RATBSB_emenda_04.pdf. Acesso em: 13 jul. 2023.

PRONTOTEL. **Lei do motorista: tudo sobre a jornada de trabalho desse profissional**. 2023. Disponível em: <https://www.prontotel.com.br/lei-do-motorista/#:~:text=Assim%20como%20para%20grande%20parte,subir%20para%2004%20horas%20di%C3%A1rias..> Acesso em: 30 set. 2023.

QUIZLET. **Desenho Técnico - Acoplamento**. 2023. Disponível em: <https://quizlet.com/br/596672404/desenho-tecnico-acoplamento-flash-cards/bstitui%C3%A7%C3%A3o-Universal-Conector-Acess%C3%B3rios/dp/B0C3PMJY2Y>. Acesso em: 25 set. 2023.

SILVA, Danrley Sena e. **Caracterização do comportamento estático de um sistema de direção do tipo pinhão cremalheira aplicado a veículo baja**. 2019. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2019.

SOARES, Vitor. **Diagrama de Ishikawa: o que é, para que serve e como usar**. 2022. Disponível em: <https://www.napratica.org.br/diagrama-de-ishikawa/>. Acesso em: 27 set. 2023.

TABOREK, J. J. **Mechanics of Vehicles**, Ed. Machine Design, 1957, pg 10 - 24.

TERRA. **História do volante no automóvel começou há 120 anos**. 2020. Disponível em: <https://www.terra.com.br/parceiros/guia-do-carro/historia-do-volante-no-automovel-comecou-ha-120-anos,73e54d75f8d5cd14c4ff1040d7e4cb5awfwb70ep.html>. Acesso em: 11 set. 2023.

VIEIRA, Nicolas. **Metodologias Clássicas**. 2013. Disponível em: <http://metodologiasclassicas.blogspot.com/p/modelo-em-cascata.html>. Acesso em: 26 set. 2023.

APÊNDICE A

29/09/2023, 17:03

Pesquisa sobre geometria de volante

Pesquisa sobre geometria de volante

Pesquisa sobre geometria de volante.

joao.quental97@gmail.com [Alternar conta](#)



Não compartilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

1- Qual seu gênero? *

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Outro
- ☐ Prefiro não dizer

2 - Faixa Etária *

- ☐ 1 - 18
- ☐ 19 - 30
- ☐ 31 - 40
- ☐ 40 - 50
- ☐ Mais que 51 anos



29/09/2023, 17:03

Pesquisa sobre geometria de volante

3 - Região que você mora? *

- ☐ Centro Oeste
- ☐ Nordeste
- ☐ Norte
- ☐ Sudeste
- ☐ Sul

4 - Você é Bajeiro ou Ex-bajeiro? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

5 - Qual é o formato de volante mais amplamente reconhecido ou utilizado em veículos automotores? *

- ☐ H
- ☐ 8
- ☐ Circular
- ☐ Quadrado
- ☐ Outros

6 - Qual o volante mais confortável? *

- ☐ Volante de carros Off-Road
- ☐ Volante de carros populares



29/09/2023, 17:03

Pesquisa sobre geometria de volante

7 - Você acha que a geometria do volante dos carros atuais é o ideal? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

8 - O tamanho do volante de 300 mm de diâmetro para aplicação no veículo Baja *
é adequado?

- ☐ Sim
- ☐ Não

9 - É essencial a inclusão de um engate rápido no volante do veículo Baja? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

10 - A fabricação do volante do baja, é o mais eficaz? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

11 - O aço é a escolha mais indicada para a construção do volante do veículo Baja? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Enviar

Limpar formulário

