



Universidade de Brasília – UnB

Instituto de Artes – IdA

Departamento de Design – DIn

Design

ALEFE FILIPE DE LIMA

**MOJAVE**

**Veículo Leve de Lazer Fora-de-Estrada**

Brasília-DF

2018

Professora Doutora Márcia Abrahão Moura

Reitora da Universidade de Brasília

Professora Doutora Cláudia Garcia

Decana de Ensino de Graduação

Professor Doutor Tiago Barros  
Coordenador do curso de Design

ALEFE FILIPE DE LIMA

## **Veículo Leve de Lazer Fora-de-Estrada**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Design do Instituto de Artes da Universidade de Brasília, como requisito à conclusão da disciplina Pesquisa em Design e obtenção do grau de Bacharel em Design.

### **Orientadora:**

Prof.<sup>a</sup> Symone Jardim

Brasília-DF

2018

LIMA, Alefe Filipe de.

Veículo Leve de Lazer Fora-de-Estrada / Alefe Filipe de Lima – Brasília, DF, 2017.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade de Brasília (UnB), Instituto de Artes - IdA. 2º Semestre de 2017.  
62 f.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Symone Jardim.

1. Veículo. Fora-de-Estrada. Lazer.

ALEFE FILIPE DE LIMA

## **VEÍCULO LEVE DE LAZER FORA-DE-ESTRADA**

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado no Departamento de Design do Instituto de Artes da Universidade de Brasília, como requisito à conclusão da disciplina Pesquisa em Design e obtenção do grau de Bacharel em Design, aprovado pela seguinte comissão examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Symone Jardim

Professora-Orientadora

Brasília, 14 de Dezembro de 2018.

Dedico este trabalho à minha família e amigos, com todo carinho e amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família, por me dar apoio, força e estar sempre comigo nos melhores e piores momentos da minha vida. Por me inspirarem e acreditarem nos meus sonhos, obrigado.

Aos meus amigos, em especial o Lucas Alves Silva por me ouvir, me dar conselhos e estar sempre ao meu lado. As idas e vindas de ônibus, as conversas regadas a Mortal Kombat, Crash e rolês, as risadas e as brincadeiras só tornaram nossa amizade mais forte. São mais de 20 anos de amizade sólida e sincera. Espero estar sempre ao seu lado, para o que der e vier. Obrigado, irmão.

Ao Leandro Silva Cruz, pelas inúmeras caronas, risadas, piadas, almoços e por estar ao meu lado durante todo esse tempo, em especial no estágio. A experiência de projetar profissionalmente foi bem melhor ao seu lado. Sem a sua companhia, minha trajetória dentro do Design não seria tão agradável.

À Symone Jardim, por ter sido uma formidável orientadora. Dispensa comentários. Sem ela, não seria possível concluir este trabalho.

E por fim, agradeço a Universidade de Brasília como um todo, o Design, e o corpo docente pelo aprendizado.

A todos que torceram por mim, obrigado!

"Ninguém baterá tão forte quanto a vida. Porém, não se trata de quão forte pode bater, se trata de quão forte pode ser atingido e continuar seguindo em frente. É assim que a vitória é conquistada."

Rocky Balboa

## RESUMO

O projeto de Diplomação consiste na criação de um veículo motorizado leve para lazer e competição fora-de-estrada. Para tal se fez necessário entender o tipo de veículo a ser projetado, e assim pesquisar a história dos veículos offroads, o estilo de vida do público-alvo e suas preferências dentro do que consomem.

Mais importante do que entender o conceito do carro em si, é importante entender o que o usuário entende sobre o assunto e o que espera do produto. Após pesquisa, foi estabelecido que o público-alvo esperava que o produto final demonstrasse robustez, segurança, potência, fosse alto e de cores chamativas. Além desta inspiração, o produto se baseou em práticas de lazer ao ar livre e fora-de-estrada, como trilhas, rallys e competições de lazer em campo.

Como o veículo possui sistema de locomoção baseado em um motor de motocicleta, foi necessário entender também como funciona a aceleração de uma moto para adaptar conjunto mecânico e elétrico ao projeto.

No final, o objetivo do produto é assimilar todo o conhecimento acerca do que o público alvo espera e criar algo coerente com as necessidades de lazer e diversão fora-de-estrada.

## **ABSTRACT**

This Design Degree Project consists on the creation of a motor vehicle for leisure and off-road competition. For that it became necessary to understand the type of vehicle to be designed, and so research the history of offroads vehicles, the lifestyle of the target audience and their preferences within what they consume.

More important than understanding the concept of the car itself, it is important to understand what the user understands about the subject and what he expects from the product. After research, it was established that the target audience expected the final product to demonstrate robustness, safety, power, tall and brightness color. In addition to this inspiration, the product was based on outdoor and off-road leisure practices such as trails, rallies and field leisure competitions.

As the vehicle has a locomotion system based on a motorcycle engine, it was also necessary to understand how the acceleration of a motorcycle to adapt the mechanical and electrical assembly to the project works.

In the end, the goal of the product is to assimilate all the knowledge about what the target audience expects and create something consistent with the needs of leisure and off-road fun.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1.1	<i>Introdução</i>	16
1.2	<i>Caracterização do Problema</i>	17
1.3	<i>Objetivos da pesquisa</i>	18
1.3.1	Objetivo geral	18
1.3.2	Objetivos específicos	18
1.4	<i>Justificativa</i>	19
	<b>PROCESSO DE DESIGN</b>	<b>22</b>
<b>2</b>	<b>PESQUISA DE MATERIAIS</b>	<b>24</b>
2.1	<i>Chassi Tubular</i>	24
2.1.1	Material: Aço carbono	25
2.2	<i>Carenagem</i>	25
2.2.1	Material: ABS	26
2.2.2	Fibra de vidro	27
<b>3</b>	<b>PROCESSO DE FABRICAÇÃO</b>	<b>27</b>
3.1	<i>Gaiola – Tubo de aço</i>	28
3.1.1	Processo: Dobra	28
3.1.2	Soldagem MIG MAG	29
3.2	<i>Carenagem</i>	30
3.2.1	Processo: Aspersão	30
3.2.2	Laminação Manual ou moldagem por contato	31
3.2.3	Moldagem por injeção-reação (RIM)	32
3.2.4	Chapa de Alumínio	33
3.3	<i>Cubo das rodas e cubo de direção</i>	33
3.3.1	Torneamento	33
<b>4</b>	<b>ESTÉTICA</b>	<b>34</b>
4.1	<i>Estética Empírica</i>	37
<b>5</b>	<b>PAINEL DO ESTILO DE VIDA</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>PAINEL DE EXPRESSÃO DO PRODUTO</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>PAINEL DE TEMA VISUAL</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>ALTERNATIVAS E MODELO TRIDIMENSIONAL</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>9</b>	<b>ERGONOMIA</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>LEIAUTE PRÉVIO</b>	<b>65</b>
<b>11</b>	<b>PRODUTO FINAL</b>	<b>66</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Introdução

Desde os primórdios da humanidade, a necessidade de deslocamento sempre se fez presente na natureza humana, seja para buscar alimentos, fugir de algum predador ou até mesmo buscar uma nova morada. No século XVII, o automóvel foi inventado a fim de proporcionar ao homem a possibilidade de exercer mobilidade de média e longa distância a uma velocidade que dificilmente seria alcançada por meio de seus próprios esforços físicos. Com o passar do tempo, o automóvel passou de um utilitário que ajuda em atividades de deslocamento, tração e transporte para ser um objeto de culto e lazer.

Entre diversas categorias de veículos, existem os conhecidos como off-roads, que frequentemente utilizados em áreas inacessíveis a outros veículos automotores, oferecem a capacidade de transportar pessoas e cargas de modo a preservar níveis de conforto físico e psicológico que lhes permitem o uso na cidade ou no campo. Estas características, no entanto, tornaram os off roads muito populares entre distintos usuários, de trabalhadores rurais a habitantes de grandes cidades.

A história nos conta que logo após os “Jipes Wyllys” serem aposentados no final da Segunda Guerra Mundial e serem disponibilizados aos civis, a experiência fora-de-estrada se tornou popular e, conseqüentemente, objeto de lazer e “hobby” que perdura e coleciona cada vez mais adeptos.

Neste contexto, percebe-se a oportunidade do desenvolvimento de um veículo fora-de-estrada, que procure proporcionar momentos de lazer e entretenimento, e, ao mesmo tempo se torne atrativo àqueles que também buscam a adrenalina das competições. Pretende-se também neste projeto adequar tal veículo em requisitos que respeitem a dirigibilidade, segurança e ergonomia.

## 1.2 Caracterização do Problema

Mediante observação do autor e convivência com entusiastas do meio automotivo, foi possível constatar que muitas delas iniciam suas vidas no meio automotivo pilotando, enquanto crianças, karts. O kart é um pequeno veículo de corrida projetado para correr em circuitos fechados e pavimentados; possui motor de pouca potência, é um veículo de manutenção barata e possui mecânica simples, sendo possível até mesmo uma criança dirigir e trocar peças.



**Figura 1** - O kart se tornou popular devido ao seu baixo custo, além de possuir um sistema mecânico simples (foto à direita). **Fonte:** Internet

Depreende-se, portanto, que o kart, embora possua vantagens mecânicas e de dirigibilidade, não é possível utilizá-lo na em terrenos acidentados e de difícil acesso, limitando drasticamente o seu uso. Sendo assim, é pertinente explorar essas problemáticas desenvolvendo um veículo que possa ser dirigido em uma infinidade de terrenos e enfrente obstáculos possuindo as mesmas vantagens de um kart.



**Figura 2** - Fora das cidades, as pessoas procuram formas acessíveis de fazer trilhas, como a prática do Hiking e Biking.. **Fonte:** Internet

Outra motivação que norteou a escolha do tema do projeto considerou o fato de a maior parte dos veículos off-road ter o preço, segundo a tabela fipec de modelos ano 2017, acima de

R\$ 60.000,00, sendo o modelo mais barato o Suzuki Jimny 1.3 4WD, que estava custando até Dezembro de 2017 R\$ 63.901,00. Com isso, pensou-se em conceber um veículo que fosse de baixo custo que possibilitasse o acesso de uma gama maior de consumidores. Outro fator motivador da escolha do tema é que o autor observou que a vontade de ter um veículo lúdico para diversão off-road abrange muitas pessoas que frequentam chácaras, sítios e casas de campo, que muitas delas praticam trilhas de forma alternativa em busca de aventura. Sendo assim, é possível inferir que há uma demanda no mercado em busca de uma forma acessível de lazer sobre 4 rodas.

### **1.3 Objetivos da pesquisa**

#### **1.3.1 *Objetivo geral***

Desenvolver um veículo de lazer e competição fora-de-estrada movido à combustão, que possibilite ao usuário sensação de adrenalina.

#### **1.3.2 *Objetivos específicos***

Almejando o sucesso no objetivo geral, segue abaixo os objetivos específicos, que irão capitanear o processo e execução do projeto:

1. - Conceber o veículo pensando em práticas fora-de-estrada (no campo)
2. -Desenvolver mecanismos que proporcionem fácil manutenção e dirigibilidade por parte do usuário
3. -Trazer ao usuário sensação de adrenalina e velocidade, por meio de cores e ausência de vidros e anteparos.
4. -Criar aspectos formais com elementos que remetam a um veículo 4X4
5. -Promover uso do carro para competições de lazer e trilhas
6. -Despertar interesse em hobby por meio da personalização e troca de componente

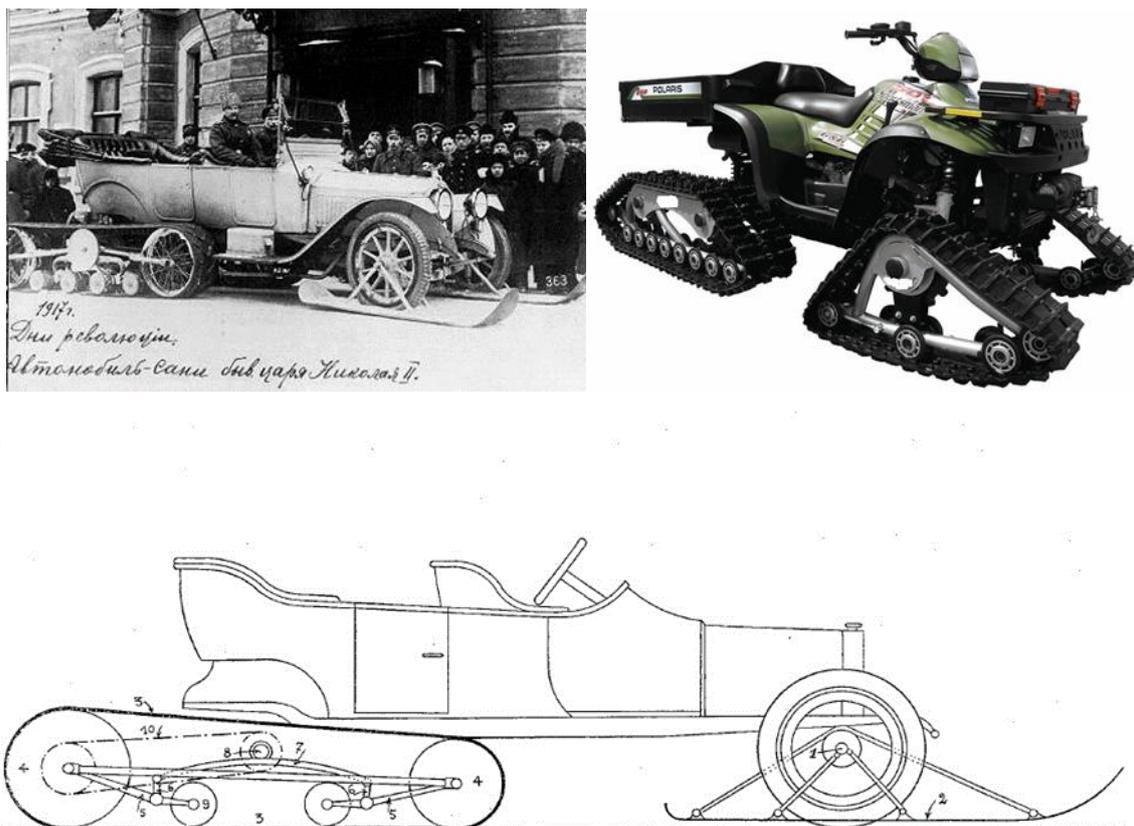
## 1.4 Justificativa

A variedade dos veículos fora-de-estrada disponíveis no mercado hoje é um testemunho da inovação. De ATV's (sigla em inglês para Veículos Todo-Terreno) para caminhões de rali, sandrail (veículo para transpor dunas de areia) e rock crawlers (veículos de trilhas em rochas), existe um método de transporte motorizado para chegar onde estejamos indo, seja em lama ou montanhas, areia, neve ou água. E toda essa infinidade de veículos fora-de-estrada tem raízes no início do século XX, na Rússia.



**Figura 3** - Típicos veículos fora-de-estrada utilizados para ultrapassar obstáculos. Da esquerda para a direita: Um Jeep Wrangler adaptado para ser um rock crawler; um sandrail e um ATV – conhecido popularmente como quadriciclo. **Fonte:** boi – Pinterest; Fineart; ATV Rider

Adolphe Kegresse, um engenheiro militar francês é conhecido pelo desenvolvimento de um dos primeiros veículos reconhecidos como fora-de-estrada, que utilizou uma esteira do tipo lagarta com um cinto flexível que poderia ser adaptado a um carro ou caminhão padrão – como hoje são usados como kit de trilha para quadriciclo ou ATV, mas em uma larga escala. O modelo de Kegresse ganhou velocidade quando a Revolução Russa de 1917 terminou e ele voltou para seu país, onde várias expedições usando seu modelo foram financiadas pela Citroën em toda a Ásia e África.



**Figura 3** - À esquerda, Veículo Packard Twin-6 do imperador russo Nicolau II equipado com semi-lagartas de Kégresse; à direita, um ATV adaptado com lagartas para navegação na neve; abaixo, esquema pensado por Kregesse para veículos fora-de-estrada **Fonte:** Wikipedia; Jacob Follin - Pinterest

Enquanto outras plataformas utilitárias eram desenvolvidas, como as destinadas exclusivamente para atravessar os territórios antárticos, o conceito fora-de-estrada se expandiu com o fim da Segunda Guerra Mundial quando um vasto excedente de veículos off-road ficou disponível. À medida que os indivíduos civis começaram a comprar Jeeps e outros veículos leves 4x4 e a modificar esses carros para utilizá-los para a exploração, o hobby 4x4 nasceu.

No entanto, as plataformas que sobraram da Segunda Guerra Mundial não duraram para sempre, e vendo um nicho de mercado em expansão, vários fabricantes de veículos começaram a oferecer veículos leves 4x4 no mercado. Os Jeeps, em particular, eram populares entre os compradores que os usavam como veículos utilitários. O veículo também foi o começo do off-roading como passatempo. Os Jeeps de guerra pararam de ser produzidos, porém, e a empresa Jeep começou a produzir derivados civis, seguida de perto por veículos similares da fabricante britânica Land Rover e as japonesas Toyota, Datsun, Nissan e Mitsubishi. Todos os veículos eram iguais: pequenos, compactos, tração nas 4 rodas, com, no máximo, uma capota

para proteger os ocupantes de possíveis objetos. Jeep, Toyota, Land Rover, Datsun, Nissan e Mitsubishi estavam entre os fabricantes de automóveis do mundo para entrar no movimento, mas não demorou muito para que outras marcas seguissem.



**Figura 4** - Jeep Willys, produzido e utilizado na Segunda Guerra Mundial entre 1941 à 1945; o mesmo modelo produzido com capota em 1963 para civis. **Fonte:** Blog Sigma Car; Júlio Neto – Fórum 4x4

Ao contrário de seus predecessores, a próxima onda de veículos off-road destinava-se a proporcionar aos seus usuários um pouco mais de luxo. Enquanto os primeiros modelos civis 4x4 eram tipicamente pequenos e faltam em qualquer conforto, quando a Ford e a Chevrolet entraram no jogo nos anos 60 e 70, veículos maiores com espaço adicional para passageiros e bagagens, aquecedor e rádio tornaram-se comuns para consumidores de veículos fora-de-estrada.

E no mundo de hoje, temos tudo o que um amante das trilhas e estradas poderia precisar ou querer. Os 4x4 hoje são confortáveis tanto fora quanto na estrada, nos permitem levar as crianças da escola para o futebol e ainda encaram a lama e a neve para carregar uma infinidade de coisas.

## PROCESSO DE DESIGN

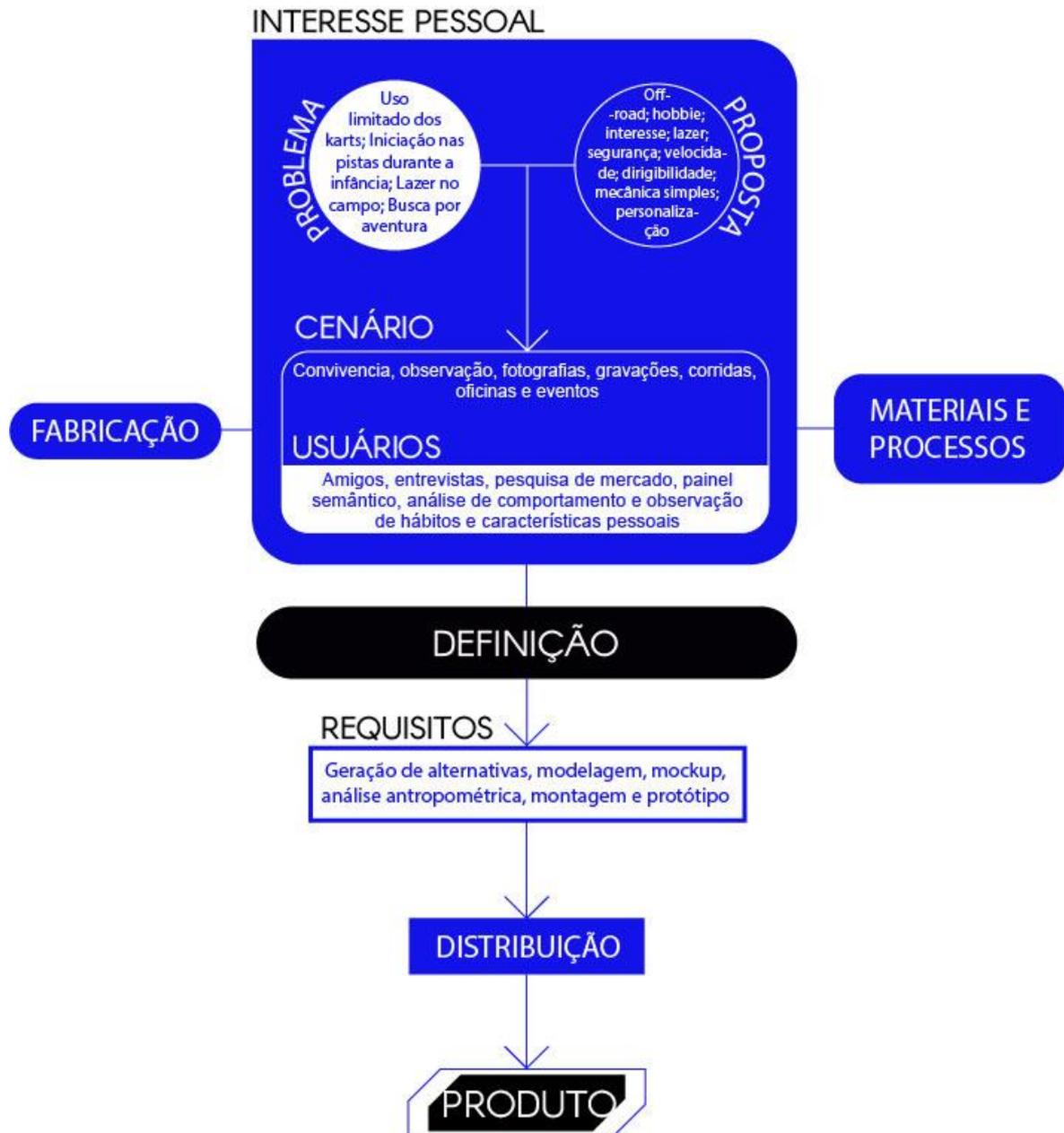


Figura 5 - Processo de concepção do produto.

Fonte: O autor

## CONTEXTUALIZAÇÃO

Tratando-se de um produto que cujo sua natureza vem do universo off-road, busca então entender o contexto para que se possa projetar um veículo que possibilite uma experiência o mais próximo possível de uma experiência real de off-road. E a melhor forma de entender a contextualização seria se perguntando: Por que algumas pessoas amam tanto off-road? Para tal, se fez necessário discorrer o contexto em primeira pessoa para entender melhor a sensação dos que exercem práticas fora de estrada.

Vivemos em uma sociedade que permite que crianças assistam filmes nos smartphones enquanto seus pais comem em silêncio em um restaurante. Quando se assume o volante de uma tecnologia que nos coloca em contato com os ambientes externos em vez de uma tela brilhante, é incrível a rapidez com que também nos reconectamos com as pessoas à nossa volta. A paixão pelo hobbie 4X4 ganha mais um motivo.

A sensação de ser capaz de conseguir lugares onde você às vezes se pergunta se alguém já esteve. Lugares remotos que vão muito além de uma pista ou uma ponte projetada por um engenheiro, apreciar as vistas dos lugares que podemos ir com veículos off-roads, o desafio de dirigir o veículo aos seus limites absolutos de capacidade, a sensação de explorar áreas onde qualquer outro veículo não teria tração, a paz e tranquilidade, o raciocínio rápido necessário e as habilidades de direção ideais quando um 4x4 de repente precisa de reações muito específicas e rápidas do motorista, a comunidade – que nunca está sozinha - uma vez em que pessoas de todas as esferas da vida que se juntam como um grupo unido com o mesmo objetivo e interesse, a camaradagem, novas amizades, o tempo com amigos e familiares longe da correria da cidade e do estresse do trabalho.

Estar na trilha exige a necessidade de usar sua própria habilidade, engenhosidade e raciocínio para gerenciar a rota. Se algo der errado, cabe a você e aos amigos que você trouxe estar preparado com as ferramentas adequadas e elaborar um plano para levá-lo com segurança de volta ao ponto de partida. Em um mundo onde há homens adultos chamando um caminhão de reboque para trocar um pneu furado, o off-road se mostra como uma oportunidade incomparável nos ensinar sobre a habilidades básicas quando se trata de carros de de fazer amigos. E quando precisamos fazer aquela economia para comprar uma peça nova, uma suspensão que estourou, aprendemos também o básico de economia, afinal, todos os recursos são escassos e precisamos gerenciá-los de forma prudente para deixarmos o nosso 4x4 cada vez maior e mais capaz.

**Feita essa reflexão contextual é possível agora entender e pensar em um produto que mimetize e recrie a sensação da prática off-road.**

## 2 PESQUISA DE MATERIAIS

### 2.1 Chassi Tubular

O chassi é uma estrutura que comporta os componentes e, em parte, garante conforto e segurança dos ocupantes de um veículo. Um chassi consiste em uma armação interna do veículo que suporta um objeto em sua construção e uso, também pode fornecer proteção para algumas peças internas. A estrutura pode ser feita de aço, alumínio, ou qualquer outro material rígido. A sua aplicação mais conhecida é em veículos, para sustentar os sistemas embarcados, mas também é utilizada para comportar toda a estrutura de suporte de objetos móveis como computadores, TVs, barcos e etc. Veículos como caminhões, motocicletas, automóveis, karts entre outros, têm a sua carroceria montada sobre o chassi. Alguns veículos possuem todo o seu sistema embarcado montado diretamente na carroceria, neste caso o termo melhor utilizado é o monobloco, que é utilizado para designar este tipo de estrutura de suporte.



**Figura 6** - Miniatura de um chassi tubular em gaiola de um veículo off-road. **Fonte:** Axial Racing

Considerando a importância da integridade estrutural, bem como a segurança dos ocupantes, este trabalho pretende dimensionar a estrutura de um veículo de pequeno porte para uma pessoa atuando em atividades de lazer, competições e trilhas off-road, e para isso foi pensada primeiramente em um chassi tubular do tipo gaiola, podendo ser constituída de aço carbono ou alumínio.

### **2.1.1 Material: Aço carbono**

O aço carbono é uma liga composta por ferro e carbono, contendo pequenas quantidades de outros elementos. Estes elementos são manganês, silício e cobre. Outros elementos podem estar presentes em quantidades muito pequenas para afetar suas propriedades.

Existem quatro tipos de aço carbono com base na quantidade de carbono presente na liga. Os aços com baixo teor de carbono são mais macios e mais facilmente formados, e os aços com maior conteúdo de carbono são mais difíceis e resistentes, mas menos dúctil e mais difícil de maquinar e soldar.

Abaixo estão as propriedades dos graus de aço carbono:

#### **Aço de baixo teor de carbono**

Também conhecido como aço macio, é um material de baixo custo que é fácil de moldar. Embora não seja tão difícil quanto os aços com maior carbono, a carbonização pode aumentar a dureza da superfície. Aplicações: chapas automobilísticas, perfis estruturais, placas para produção de tubos, construção civil, pontes e latas de folhas de flandres.

#### **Aço de carbono médio**

O aço de carbono médio é dúctil e forte, com propriedades longas. Aplicações: Rodas, equipamentos ferroviários, engrenagens, virabrequins e outras peças que necessitam de elevadas resistências, desgaste e tenacidade.

#### **Aço de alto teor de carbono**

Seu alto teor de carbono torna o material extremamente forte e mantém a memória da forma. . Devido à sua fragilidade, este grau requer um manuseio especial. Aplicações: Martelos, facas, molas, arames talhadeiras e folhas de serrote.

## **2.2 Carenagem**

A carenagem tem como principal função proporcionar ao veículo performance otimizada por meio de melhor arraste e aerodinâmica. Uma vez que a carenagem é confeccionada em materiais leves e resistentes, como o ABS e a fibra de vidro (serão abordados

neste projeto mais a frente) ela pode produzir formas bonitas que podem mimetizar certos aspectos, proteger o piloto e melhorar a performance do veículo.



**Figura 7** - A carenagem está presente tanto em veículos de uso cotidiano quanto em veículos de alta performance. **Fonte:** Kawasaki e Wikipédia

### 2.2.1 Material: ABS

O ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) é um polímero termoplástico utilizado para criar objetos leves e rígidos, tais como tubos, instrumentos musicais, cabeças de tacos de golfe, peças de automóveis, e brinquedos, como as peças de LEGO, bem como um recipiente para componentes e conjuntos elétricos e eletrônicos. Graças a adição de pigmentos e moldagem térmica por alta temperatura, esta resina termoplástica pode assumir infinitas formas e cores. A coloração do ABS possibilita a reprodução de cores em diversos tons e opacidade, além de ser possível obter um acabamento de alto brilho. Outra vantagem do ABS é a excelente relação de preço e qualidade, o que o torna um produto desejável: econômico e eficaz.

No livro *Design Industrial – Materiais e processos de fabricação*, Lesko (2012) destaca que, em vez de queimar, os termoplásticos como o ABS se liquefazem, o que permite que eles sejam facilmente moldados por injeção e depois reciclados. Em contrapartida, os plásticos termofixos só podem ser aquecidos uma vez (tipicamente durante o processo de moldagem por injeção). O primeiro aquecimento faz com que os materiais termofixos se moldem, resultando em uma mudança química que não pode ser revertida. Uma vez moldado sob elevada temperatura, um plástico termofixo simplesmente queimaria se submetido às mesmas condições térmicas. Ao contrário dos termoplásticos como o ABS, esta característica torna os materiais termofixos candidatos ruins para reciclagem.

### 2.2.2 Fibra de vidro

A fibra de vidro é um material que consiste em inúmeras fibras de vidro extremamente finas. Fabricantes de vidros ao longo da história experimentaram fibras de vidro, mas o fabrico em massa de fibra de vidro só foi possível com a invenção de máquinas-ferramentas mais finas. A lã de vidro, que é um produto chamado de "fibra de vidro" hoje é material utilizado em muitos produtos, como embarcações, aeronaves, carenagem de motocicletas e automóveis coberturas, isolamento térmico e cobertura de residências, etc.



**Figura 8** - Por sua leveza e resistência, a fibra de vidro também é utilizada em veículos de competição e em equipamentos de segurança pessoal. **Fonte:** Internet

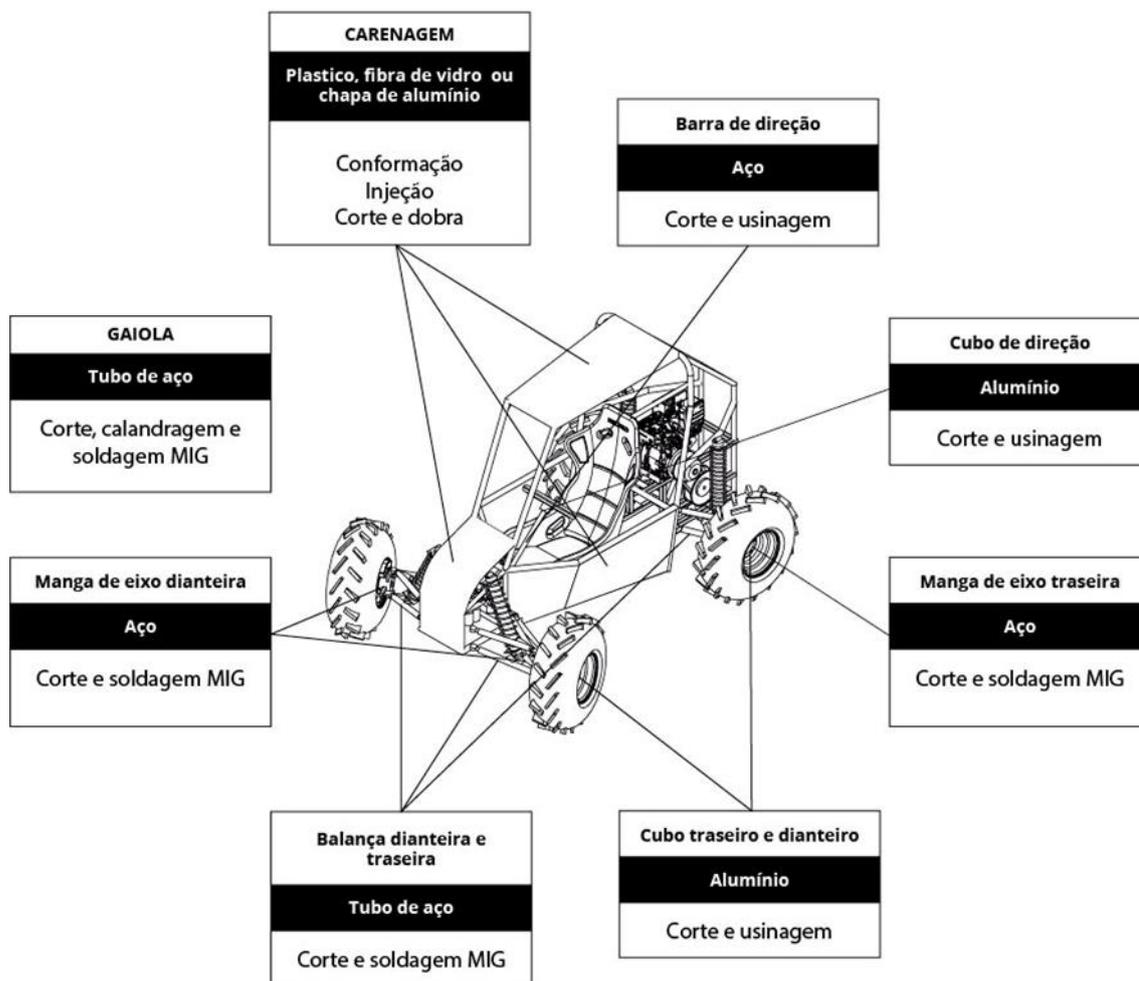
A fibra de vidro tem propriedades mecânicas aproximadamente comparáveis a outras fibras, como polímeros e fibra de carbono. Embora não tão forte ou tão rígida como a fibra de carbono, é muito mais barato e significativamente menos frágil quando usado em compósitos.

As fibras de vidro são, portanto, utilizadas como agente de reforço para muitos produtos de polímero; para formar um material compósito de polímero reforçado com fibras (FRP) muito forte e relativamente leve, chamado plástico reforçado com vidro (GRP), também popularmente conhecido como "fibra de vidro". Este produto de material estrutural contém pouco ou nenhum ar ou gás, é mais denso e é um isolador térmico muito mais pobre do que a lã de vidro.

## 3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Tendo um estudo sobre os materiais das principais peças do carro a ser montado, é importante compreender como se dá o processo de fabricação de cada uma destas partes. Para

melhor compreensão a imagem abaixo ilustra a posição dos componentes, seus materiais de construção e processo de fabricação no qual este material deve ser submetido. Os demais componentes do projeto não possuem processo de fabricação por serem fáceis de serem encontrados no mercado, assim dispensando a fabricação de peças sob medida para o projeto.



**Figura 9** – Processo de fabricação dos principais componentes do veículo. **Fonte:** O autor

### 3.1 Gaiola – Tubo de aço

#### 3.1.1 Processo: Dobra

Em Design industrial Guia de Materiais e Fabricação, Lesko (2012) estabelece que por causa do seu custo relativamente baixo, resistência elevada e capacidade de resistir a abusos, chapas, barras arame e tubos são elementos cuja o conhecimento acerca destes possui grande importância para designers industriais, especialmente no design automotivo e de transportes e em uma gama de campos nas indústrias de equipamentos de uso residencial, industrial médico

e de pesquisa, uma vez em que grande parte dos produtos utilizados no nosso dia-a-dia possui elementos de chapa metálica e tubos dobrados.

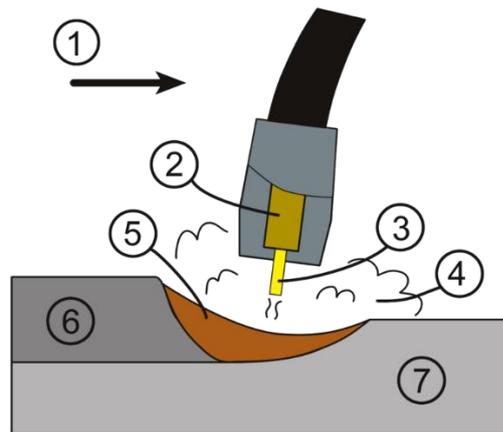


**Figura 10** – À esquerda, uma ferramenta manual utilizada para dobra de tubos; À direita, o veículo Ariel Atom, que parte da sua estrutura foi fabricada utilizando a calandragem e dobra de tubos. **Fonte:** Youtube e Top Speed

O veículo Ariel Atom é um bom exemplo do emprego da dobra de tubos. O bólido possui chassi tubular com dobras compostas que lhe conferem uma estética suave. Os perfis dobrados também permitem que a fabricação seja mais simples, sem maiores elementos de fixação e soldagens. Além disso, a dobra aumenta a resistência do tubo dando mais proteção ao piloto em caso de impacto.

### 3.1.2 Soldagem MIG MAG

A soldagem de gás inerte metálico (MIG) / Metal Active Gas (MAG) refere-se a um grupo de processos de soldagem por arco que utilizam o calor gerado por um arco elétrico de corrente contínua para fundir o metal na área da junção. Um eletrodo contínuo (o fio) é alimentado por rolos de alimentação alimentados (alimentador de fio) no pool de solda.



**Figura 11** – Demonstração do processo da solda MIG/MAG (1) Direção de trabalho, (2) Tubo de contato, (3) Arame consumível, (4) Gás de proteção, (5) Poça de fusão, (6) Solda solidificada, (7) Peça de Trabalho **Fonte:** Wikipedia

Um eletrodo contínuo (Item 3 da figura 16) é alimentado por um rolo de alimentação que fica na caixa de solda, este fio, eletrizado, cria um arco elétrico entre a sua ponta e o conjunto de solda. O fio é derretido progressivamente na mesma velocidade em que está sendo alimentado. Tanto o arco como o grupo de solda estão protegidos contra a contaminação atmosférica por um escudo de gás inerte (Item 4 da figura 16).

A solda MIG foi escolhida como ideal neste caso por ser mais vantajoso em relação à soldagem com eletrodo. Suas vantagens se traduzem em alta velocidade de soldagem, baixo custo, poder ser executada em todas as posições e ter mais facilidade de operação. A soldagem com eletrodo demanda um trabalho profissional que pode ser executado por poucas pessoas, enquanto a soldagem MIG proporciona ao usuário leigo a possibilidade de realizar soldas com pouco tempo de aprendizado.

## 3.2 Carenagem

### 3.2.1 Processo: Aspersão

O processo de aspersão emprega fibras de vidro cortadas que são expelidas por meio de um jato, e pode ser automatizado para aumentar a produção e conferir melhor uniformidade à mistura reforçada. Uma desvantagem é que este processo pode deixar as pesadas e o material

reforçado por meio deste é frágil, degrada com o tempo e pode sofrer delaminação quando sujeito a impacto.



**Figura 12** – Manufatura de uma peça por meio de aspersão. **Fonte:** Click Foz do Iguaçu

### 3.2.2 Laminação Manual ou moldagem por contato

É um processo que consome bastante mão de obra, usado para produção de pequenas a peças razoavelmente grandes. O processo usa moldes de plástico, madeira ou gesso para a fabricação de cascos de embarcações banheiras e piscinas, além de outros tipos de carcaças. Reforços normalmente na forma de mantas ou tecidos de fibra de vidro são combinados com resina termoplástica de poliéster no interior do molde aberto para fixação do material, e um rolo é utilizado para comprimir os reforços e distribuir os materiais no molde.

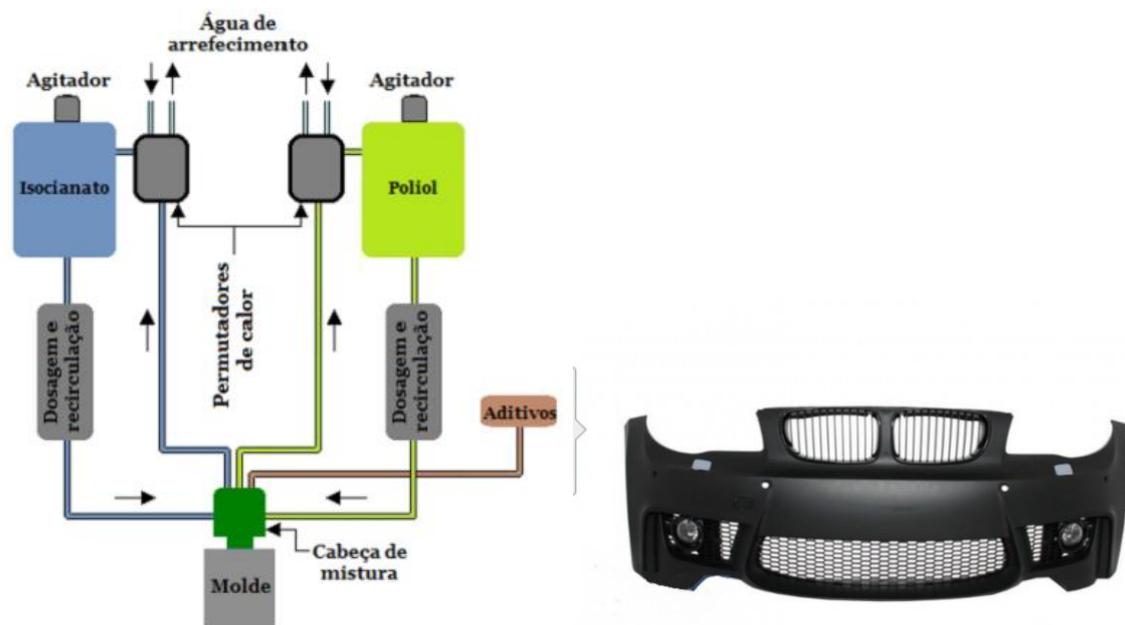


**Figura 13** – Manufatura de uma prancha de surfe por meio da laminação manual.

Fonte: Reprodução/ You Tube

### 3.2.3 Moldagem por injeção-reação (RIM)

É um processo que usa uma mistura de resina e catalisador combinadas que reagem quimicamente no interior do molde. Reforços em vidro ou grafite são normalmente acrescentados para melhorar a resistência da peça. Por conta de as pressões serem baixas, os custos dos moldes também são baixos. Como na maioria dos processos de termofixos, a espessura das paredes pode variar, mas apenas um lado da base do molde é liso.



**Figura 14** – Processo de moldagem RIM, à direita, o para-choque de um carro, fabricado utilizando o RIM como processo de manufatura.

Fonte: CT Borracha e Reprodução/ Mercado Livre

Para-choques automotivos, para-lamas, isolamento para refrigeradores, congeladores, reforços estruturais e outras peças grandes podem ser feitas por RIM pelo fato de a espessura de parede ser tipicamente igual a 6,3mm e a superfície não ser lisa em todos os lados da peça. Neste sentido, o processo apresenta algumas limitações e não é geralmente adequado para produção de peças que possuam pequenas cavidades e detalhes.

### 3.2.4 Chapa de Alumínio

Dobrar chapas ao longo de um plano é normalmente uma operação razoavelmente barata, que cria formas simples e confere à chapa resistência e rigidez. Uma viradeira operada manualmente – uma ferramenta comum em muitas oficinas pequenas – pode dar conta de dobras limitadas.



**Figura 15** – À esquerda a viradeira e à direita chapas dobradas utilizadas para construção de uma escada. **Fonte:** Calmon e Emofer

Uma viradeira é uma ferramenta barata de dobramento, muitas vezes disponível em oficinas pequenas. Possui geralmente uma quantidade de ferramentas com raios diferentes para dobrar em raios diferentes. Uma versão dessas máquinas, operada manualmente, é usada nos canteiros de obra para dobras de perfis de alumínio de uso doméstico e comercial

## 3.3 Cubo das rodas e cubo de direção

### 3.3.1 Torneamento

Um torno é utilizado na fabricação de peças cilíndricas cheias ou ocas bem como uma fabricação de roscas ou formas similares ao redor de um eixo. Nesse processo, a peça de trabalho, fixada a uma placa de castanhas, gira enquanto a ferramenta de corte, fixada no porta-ferramentas, move-se sob o controle de um operador.



**Figura 16** -À esquerda, ilustração de uma peça sendo moldada em um torno; à direita, peças torneadas **Fonte:** MMBorges/ Alibaba

#### 4 ESTÉTICA

“1 FILOS Parte da filosofia que trata do belo e do fenômeno artístico. Conforme Alexander Baumgarten (1714-1762), filósofo alemão que cunhou o termo estética, trata-se da ciência das faculdades sensitivas que consiste na apreensão da beleza e das formas artísticas.

2 Segundo o kantismo, estudo dos julgamentos estéticos por parte dos seres humanos ao afirmarem que determinado objeto, artístico ou natural, desperta um sentimento universal de beleza.

3 Harmonia das formas, das cores, dos costumes etc.

4 Atividade profissional que visa à busca da beleza física através de tratamentos especiais para correção de problemas de pele, de cabelo, das formas do corpo etc.

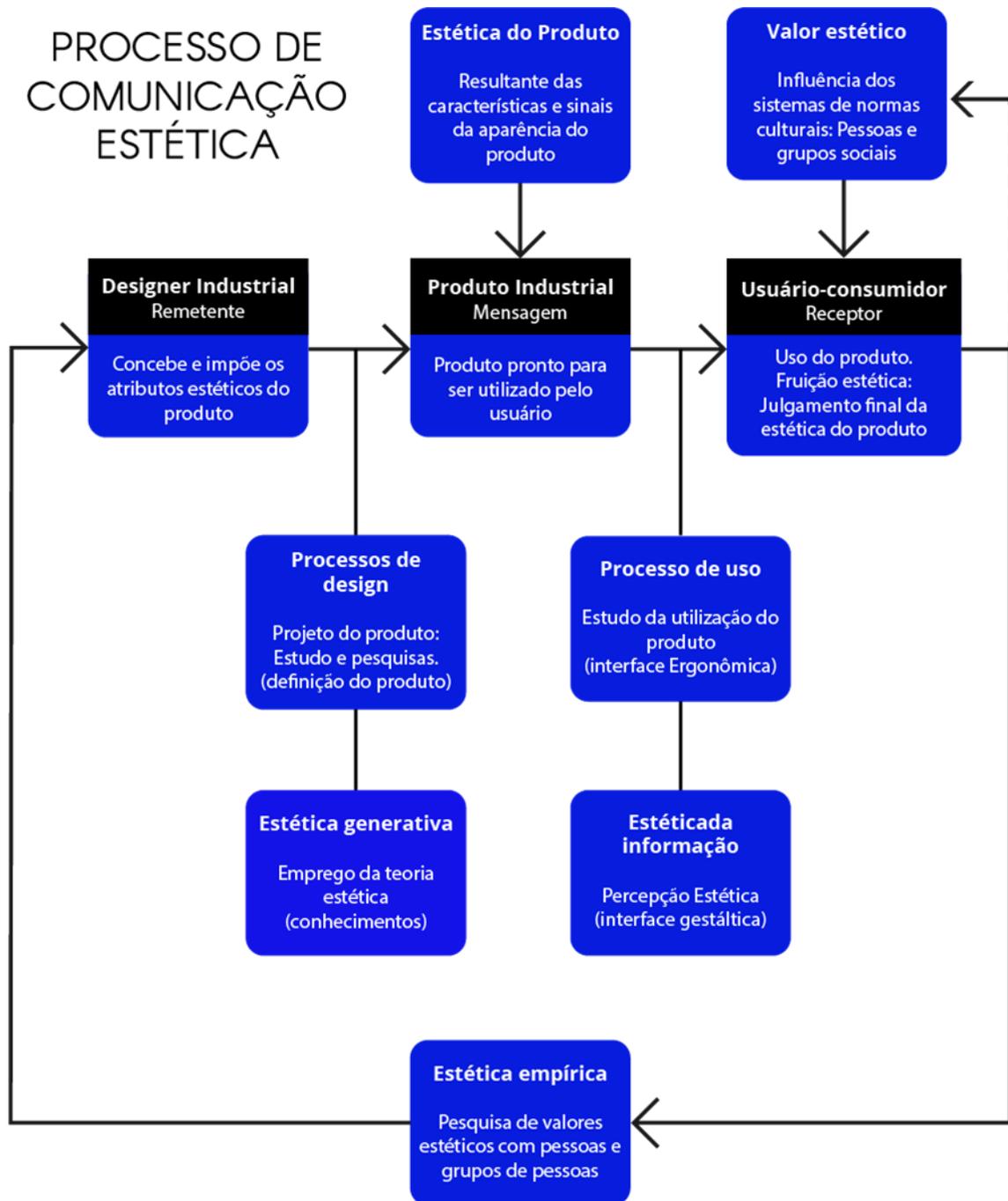
5 COLOQ Aparência ou beleza física; plástica.”

(Dicionário Michaelis)

As definições de estética geralmente se referem a beleza e a arte. Mas essas definições ficam aquém, uma vez que as ideias contemporâneas sobre arte e beleza são difíceis de definir. No design, o significado está mais próximo definição kantiana da palavra, uma vez em que a estética de um produto busca traduzir valores socioculturais, características físicas, funcionais, e invocar sentidos humanos pela sua forma.

Para Löbach (1981) a estética é a relação entre um produto e um usuário no nível dos processos sensoriais e que para atribuir função à ela seria configurar os produtos de acordo com as configurações perceptivas do homem, que faz da comunicação estética, que se dá com o designer industrial sendo como o emissor de uma mensagem em forma de de um produto e o

usuário como receptor. Abaixo, um diagrama explicativo de como ocorre o processo de comunicação estética.



**Figura 17:** Adaptação de João Gomes Filho, baseado no quadro do Löbach, 1981 **Fonte: João Gomes Filho**

Em seu livro “Design do Objeto”, João Gomes Filho (2006) define estética do objeto como resultado final da aparência do objeto, que por sua vez é a adoção de um determinado

partido estético-formal e por sua vez subordinado a o estilo e seus atributos adotados na organização visual do objeto.

É correto afirmar que a estética está mais preocupada com o visual ou o aspecto externo de um objeto. Isso cria um valor formal ao produto importante para os consumidores. Porém, muitas vezes as pessoas confundem estética com design. O design está mais preocupado com o layout básico de um produto, com a sua funcionalidade principal e a experiência do usuário enquanto a estética, subordinada ao estilo, que mais a frente será abordada neste trabalho, diz mais respeito à organização formal do produto.

Um exemplo desta diferença está no aspecto formal de uma legítima Ferrari F40 de sua imitação feita sobre a plataforma de Um Pontiac Fiero.



**Figura 18** - Embora ambos os carros possuam organização formal idêntica, a experiência do usuário é diferente em cada um. **Fonte:** Carscoops

Tendo em vista o conceito de estética, busca-se então aproximar a organização formal do veículo a ser projetado a de um veículo off-road. Para isso foi posto abaixo um painel semântico com vários veículos fora-de-estrada que servirão de referência para a concepção do produto.



**Figura 19** - Neste painel, nota-se que todos os veículos representados possuem alguma semelhança formal.  
**Fonte:** O autor

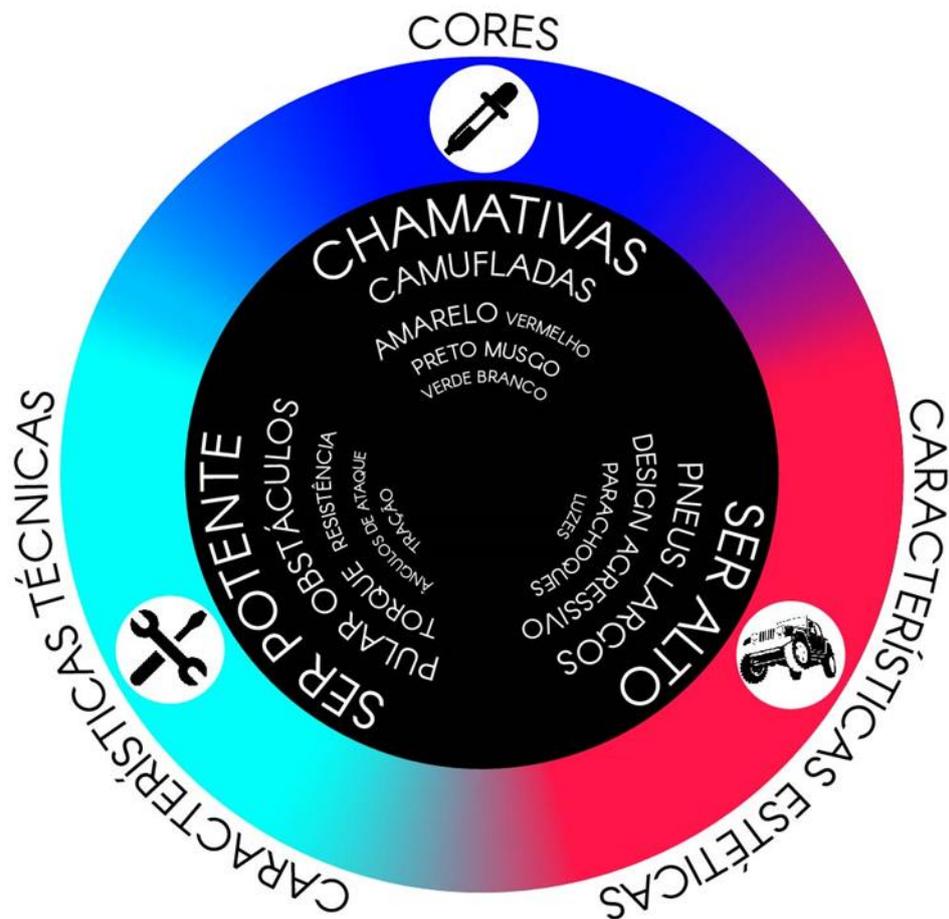
#### 4.1 Estética Empírica

Löbach em seu livro *Design Industrial - Bases para a Configuração dos Produtos Industriais* (2001) destaca que a produção estética orientada para o usuário deva-se conhecer as preferências estéticas do público consumidor do produto. O Designer industrial entra como um intermediário que se concentra em averiguar a valoração estética que os usuários farão do objeto, assim estudar a melhor forma de sintetizar suas preferências e valores e transferir à organização formal do objeto.

É evidente que as marcas precisam se posicionar confortavelmente frente a seus concorrentes, além de que dependem cada vez mais de valores estéticos dos usuários para compor uma configuração estética e obter êxito nas vendas. Por isso a estética empírica se torna cada vez mais importante na hora de compor um projeto de produto.

Utilizando-se do conceito de estética empírica, buscou-se saber quais os aspectos estéticos e técnicos mais relevantes em um off-road na opinião dos usuários em potencial do produto. A pesquisa se focou em e donos de off-road, praticantes de atividades no campo e entusiastas de veículos fora-de-estrada. A pesquisa foi feita, sendo publicada no facebook e utilizando a plataforma Google Forms, por meio de 3 perguntas:

- a) **“Na sua opinião, quais os 3 aspectos ESTÉTICOS mais importantes em um off-road? (ex. ter faróis amarelos, ser alto e ter grade larga)**
- b) **Quais os 3 aspectos TÉCNICOS mais importantes? (ex. ter um bom torque, atravessar rios e ter tração 4x4)**
- c) **Um off-road deve ter cores camufladas, escuras ou cores chamativas? Se for outra(s) cor(es) qual(is)?”**



**Figura 20** – O carro ideal segundo os amantes de atividades em campo. **Fonte:** O autor

Ao todo, 47 indivíduos, entre eles somente 6 sendo do sexo feminino, responderam ao questionário, sendo assim possível elucidar como o aspecto formal funcional o carro deve ter. Com as respostas foi possível montar um diagrama que mostra quais as principais características um off-road deve ter, segundo o público-alvo. No círculo, as características mais mencionadas estão em maior destaque, enquanto as menos mencionadas aparecem em tamanho menor. É correto então constatar que, segundo os consumidores em potencial um off-road deve ser alto, potente e ter cores chamativas.

A partir deste resultado, ficou claro que os principais atributos mencionados pelos pesquisados devem ser traduzidos na sua forma e função dentro deste projeto.

## 5 PAINEL DO ESTILO DE VIDA

O painel de estilo a seguir busca retratar atividades de lazer e diversão que os potenciais usuários do produto praticam nas horas livres. Outros tipos de produtos usados pelo consumidor do produto a ser projetado compõem o mosaico. Alguns traços de personalidade, interação com o produto, pessoas, bichos e ambiente também são representados no painel. São eles:



Figura 21 – Painel do estilo de vida. Fonte: O autor

**Sociáveis:** Procuram se relacionar com pessoas que possuem a mesma paixão. Formam clubes e compartilham experiências e conhecimento.

**Cooperativos:** Possuem facilidade em ajudar uns aos outros e formar grupos que buscam um objetivo em comum.

**Autossuficientes:** Exercem tarefas manuais complexas, personalizam seus carros, dispensam serviços profissionais, conseguem resolver problemas com suas próprias ferramentas

**Corajosos:** Estão dispostos a correr riscos fazendo trilhas, explorando lugares novos e pilotando veículos fora-de-estrada em terrenos hostis

## 6 PAINEL DE EXPRESSÃO DO PRODUTO



**Figura 21** - Pannel de expressão do produto **Fonte:** O autor

A partir do painel do estilo de vida, foi possível identificar expressões e sentimentos que o produto deste projeto deve transmitir ao primeiro olhar do consumidor-alvo. As imagens elencadas acima fogem da proximidade de forma e função que o produto deste projeto possui, mas retratam sentimentos que o produto deve evocar por meio de suas funções. São os sentimentos a seguir:

**Atração:** Por possuir conjunto estético harmônico e chamativo;

**Adrenalina:** Pela possibilidade de se alcançar altas velocidades e realizar saltos que ponham o usuário a algum risco.

**Segurança:** Por possuir elementos que trazem confiança e conforto ao usuário;

**Agressividade:** Pela possibilidade de acirrar a rivalidade durante competições recreativas;

**Alegria:** Por proporcionar uma infinidade de utilidades de diversão em campo ou na pista, além da satisfação em transpor obstáculos e explorar novos territórios;

**Competitividade:** Por possibilitar ao usuário competições recreativas de corridas, saltos, travessias, trilhas e exploração;

**Paixão:** Por se propor ao usuário possibilidade de personalização, manutenção e incrementos estéticos e funcionais criando laços sentimentais entre pessoa e produto;

**Prazer:** Quando ganha uma corrida disputada entre amigos, quando realiza ultrapassagens decisivas, quando sobrepuxa aquele terreno acidentado, quando dá aquele salto emocionante;

**Confiança:** Por propor ao piloto a possibilidade de realizar manobras perigosas sem que ponha sua vida ou a durabilidade do carro em risco, e pela facilidade que se tem ao dirigir.

## 7 PAINEL DE TEMA VISUAL



**Imagem 22** – Painel de tema visual. **Fonte:** O autor

Neste painel, imagens de produtos que servem como referência em aspectos funcionais e estéticos que podem ser aproveitados no projeto, tais como:

**Estrutural:** Representada pelas estruturas metálicas da montanha-russa, do aparelho de ginástica, da gaiola do Baja e do mini-buggy.

**Acabamento:** Identificada nos materiais e nas cores vivas dos veículos, estruturas metálicas e do capacete.

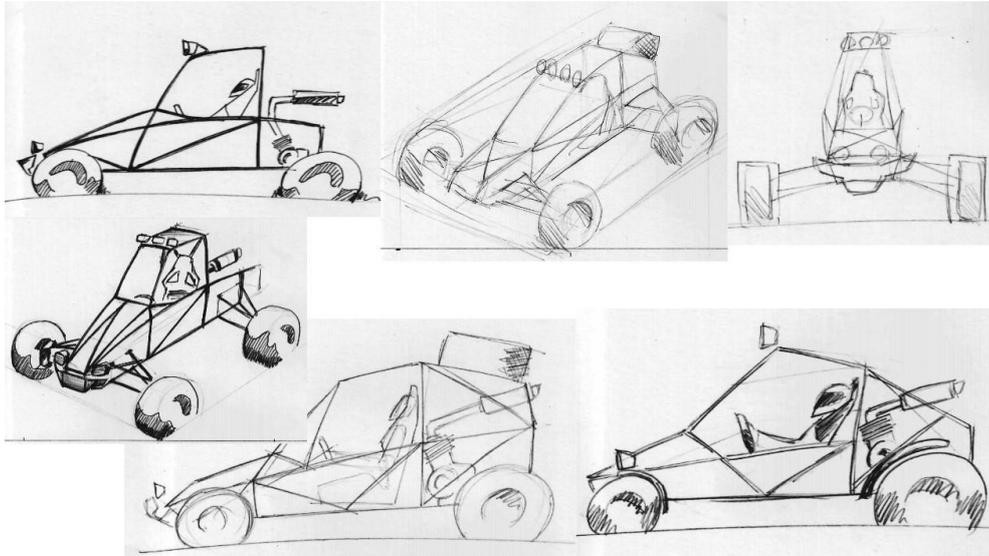
**Locomoção:** Presente nos veículos da imagem, motocicleta e motor de kart.

**Segurança:** No capacete e banco esportivo.

**Simplicidade:** Observada no parêntese de ginástica, asa-delta e motor de kart.

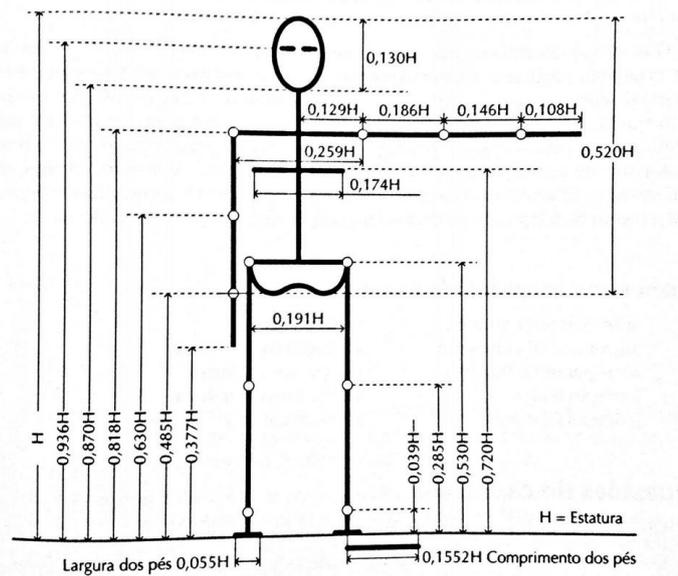
Forma: Explícita nos veículos automotores de quatro rodas.

## 8 ALTERNATIVAS E MODELO TRIDIMENSIONAL



**Imagem 23** – Painel de alternativas. **Fonte:** O autor

Para estudo mais completo, foram geradas alternativas, e, baseado no desenho da alternativa escolhida, foi construído um modelo tridimensional, para testar o dimensionamento do veículo no espaço. Neste caso, um modelo tridimensional humano baseada no modelo matemático de proporções antropométricas de Contini e Drillis também foi montada utilizando palitos. O modelo matemático do boneco apresentado possui vantagem porque nem sempre os segmentos corporais são proporcionais entre si, e, dependendo do peso e estatura do usuário, as proporções antropométricas entre os segmentos podem variar.



**Figura 24.** Estimativas de comprimentos de partes do corpo em pé, em função da estatura  $H$  **Fonte:** Contini e Drillis (1966)

Itiro lida (2005 p.137) destaca que do ponto de vista industrial, o ideal seria construir um único produto padronizado, pois isso reduziria custos, mas do ponto de vista do consumidor, essa padronização acarretaria acarretaria em desconforto. Portanto, o ideal é que haja uma adaptação do produto em relação aos usuários, principalmente se tratando de equipamentos de uso individual.

Dado o exposto, o Itiro coloca o que para fazer uma melhor adaptação do produto, há cinco princípios para a aplicação das medidas antropométricas, sendo elas:

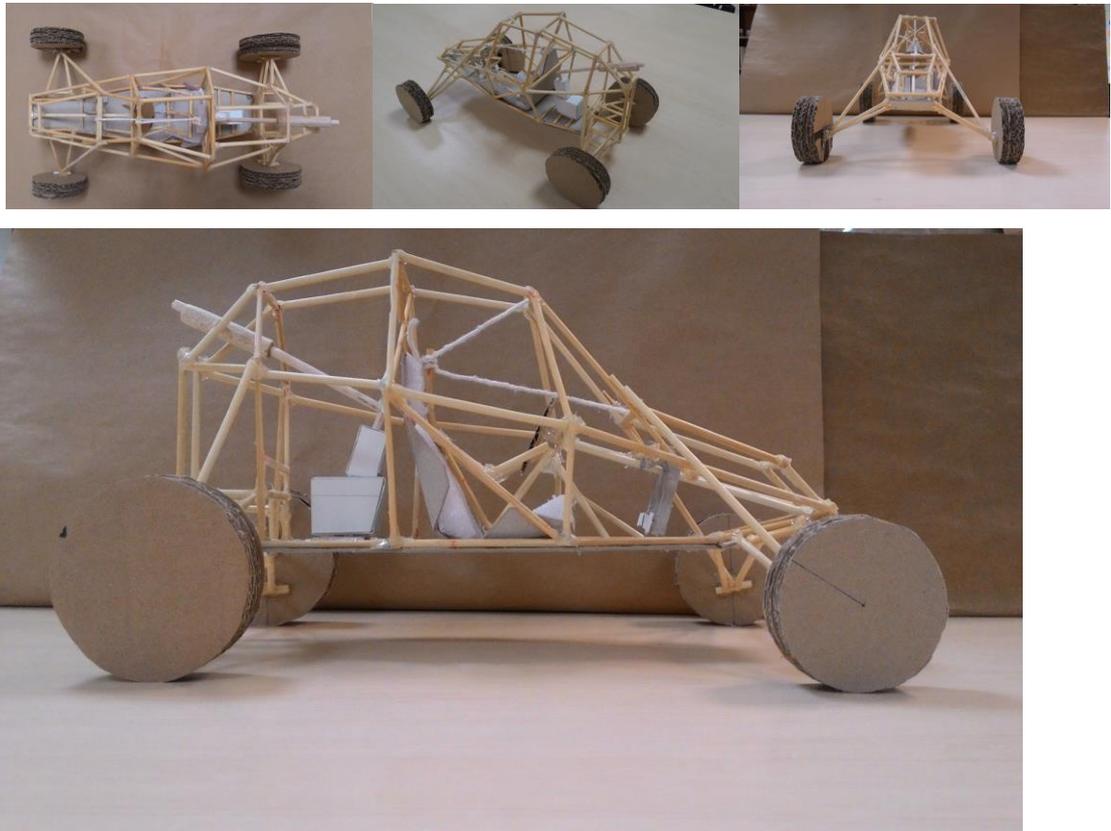
- 1º Princípio - Os projetos são dimensionado para a média da população
- 2º Princípio - Os projetos são dimensionados para um dos extremos da população
- 3º Princípio - Os projetos são dimensionados para faixas da população
- 4º Princípio - Os projetos apresentam dimensões reguláveis
- 5º Princípio - Os projetos são adaptados ao indivíduo.

Dentro da idade e gênero de público-alvo do produto (16 a 35 anos, masculino). Dos 16 aos 35 anos, segundo a tabela de Dados Amostrais e Estimativas Populacionais das Medianas de Altura e peso da População, Por sexo, Segundo a Idade e os Grupos de Idade do Período de

2008-2009 do IBGE, o peso varia de 61 a 74 quilogramas (kg) e a estatura mediana varia de 1.70m a 1.75m

Neste contexto, o projeto pensou no 2º e no 4º princípio para permitir que houvesse regulagem do banco do cockpit, para que pessoas dentro e fora da média populacional pudessem utilizar o veículo. Para colocar o usuário dentro do veículo foi utilizado um modelo de estatura e dimensões do percentil 95 masculino, sendo um perfil acima da média da população nacional (1,85m) e visualizar como ficaria o posicionamento do piloto da estrutura do veículo.

O modelo foi construído na escala 1:8 utilizando materiais simples na sua concepção, como papelão, palito para churrasco, papel paraná, espuma plástica, madeira balsa e papel supremo. Para a união dos materiais, foi utilizada cola quente e cola instantânea.



**Figura 25:** Mockup em escala com posição do piloto ao volante **Fonte:** O autor

A construção do modelo em escala foi executada e foi possível avaliar os seguintes aspectos:

Tamanho do veículo

Altura em relação ao solo

Entre-eixos

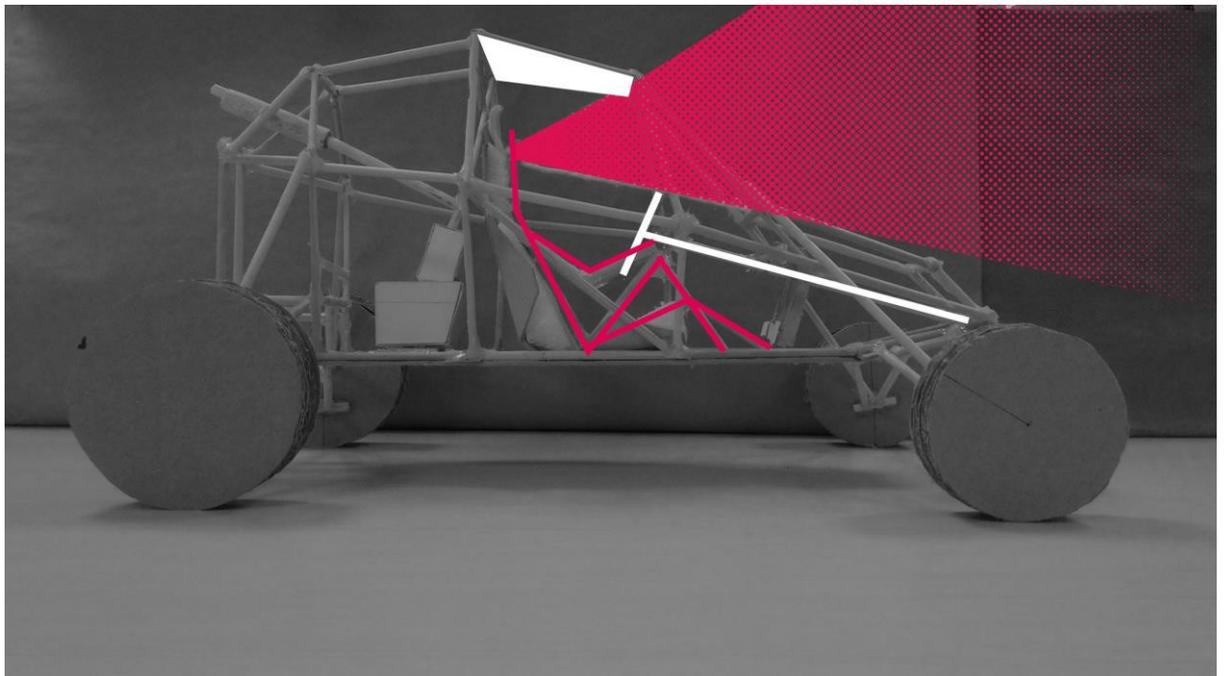
Ângulos de ataque e saída

Resistência estrutural

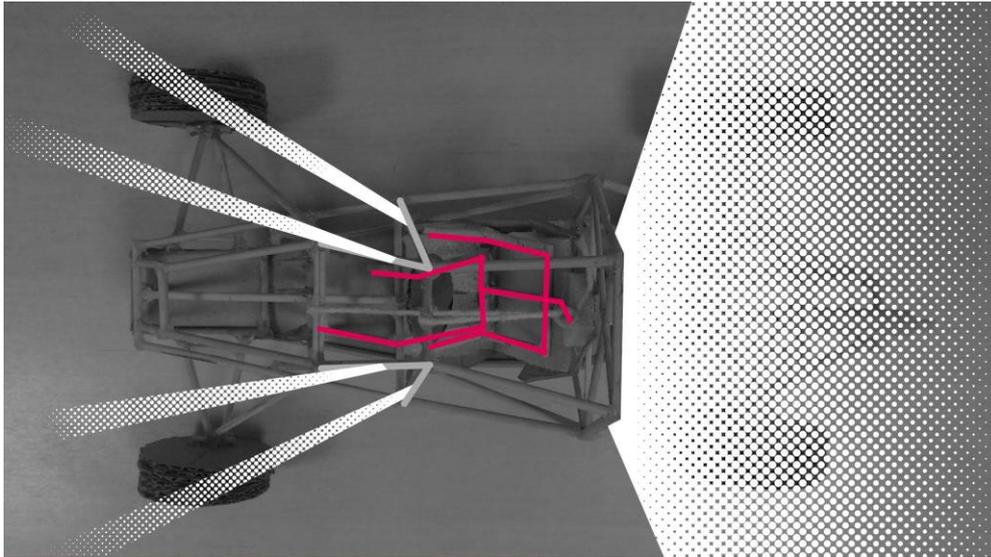
Posição do piloto no cockpit

### **Campo de visão**

A construção do veículo em frame possibilita o piloto de ter um grande campo de visão do ambiente externo, gerando maior sensação de segurança, porém a construção do mockup mostrou que há pontos cegos em posições consideradas críticas que podem impossibilitar o piloto de ter visibilidade durante uma curva.



**Figura 26:** Em branco, principais obstáculos à visão do piloto. Em rosa, linha de alcance do usuário **Fonte:** O Autor



**Figura 27:** Possíveis pontos cegos do veículo **Fonte:** O Autor

### **Dimensão**

Dois conceitos sob os quais o veículo fora projetado foram agilidade e dirigibilidade, mas depois de ter construído o modelo em escala, foi constatado que o veículo ficou maior do que o esperado, ferindo esses 2 princípios. O veículo comportou bem o manequim, mas ficou demasiadamente dimensionado, fazendo com que fique dificultoso passar por pequenos espaços e a competir espaço com veículos.

Cabe diminuir altura, entre-eixos e comprimento.

### **Altura em relação ao solo**

Por ter um entre-eixos distante um do outro, dentro das proporções do veículo, coube fazê-lo alto (35cm) de distância do solo para que o veículo pudesse transpassar obstáculos sem grande dificuldade. Feito o mockup, foi constatado que a altura do assoalho do veículo atrapalha o embarque do piloto, uma vez que o anteparo que isola o piloto do ambiente externo ficou demasiado alto (75cm), dificultando até mesmo o embarque de pessoas com estatura mais alta.

Cabe diminuir altura do veículo em relação ao solo

### **Entre-eixos**

Entre-eixos grande tornou o veículo mais vulnerável em relação aos obstáculos mais obtusos e fez com que fosse necessário aumentar a altura do carro em relação ao solo. A diminuição da distância dos eixos é inevitável.

### **Resistência estrutural**

A estrutura se mostrou, como o esperado, bem resistente e coesa, já que o veículo passará por muito stress estrutural.

### **Posição do piloto no cockpit.**

A cabine comportou bem o manequim, mas caberia fazê-la maior para comportar usuários com estatura maior que 1.85m

## **9 ANÁLISE DA TAREFA**

A análise de tarefas é o conjunto de atividades que pretendem ser executadas. As atividades relacionadas no projeto são observadas, medidas e avaliadas após sua operacionalização. As atividades que fazem parte da análise de tarefas seguem uma ordem. Todas as atividades possuem um objetivo de operacionalização após o conceito e presumem resultados que devem ser alcançados pelo operador. Em resumo, todo o conjunto de atividades na análise de tarefas sugere um resultado final

“A primeira etapa do projeto de um posto de trabalho é fazer uma análise detalhada da tarefa. Esta pode ser definida como sendo um conjunto de ações humanas que

torna possível um sistema atingir o seu objetivo ou seja, é o que faz funcionar o sistema, para se atingir o objetivo pretendido” (IIDA, I. 2005, p. 198)

Itiro lida (2005 p. 198) destaca em seu livro “Ergonomia - Projeto e Produção, a análise da tarefa”, que “A análise de tarefas realiza-se em três níveis. O primeiro, chamado de

descrição da tarefa, ocorre em um nível mais global, o segundo, chamado de descrição das ações em um nível mais detalhado, e o terceiro, uma revisão crítica, corrigir os eventuais problemas.”

Segundo Alves (1995), a tarefa é uma forma de apreensão real do trabalho, que visa diminuir o trabalho improdutivo e aumentar o trabalho produtivo. Tais metas são atingidas por meio de ações que suprimam as condições danosas de trabalho e que instaurem procedimentos mais hábeis. A compreensão da tarefa também pode abranger uma forma de definir o trabalho em alusão ao tempo

### **Descrição da Tarefa**

“A descrição da tarefa abrange os aspectos gerais da tarefa e as condições em que ela é executada” (IIDA, I. 2005, p. 198). No produto a ser projetado, as principais tarefas a serem performadas serão acelerar/ frear ou mudar marcha e girar o volante. Neste caso, o objetivo da tarefa é que por meio dos pedais e do volante, o piloto consiga controlar a velocidade e a direção do veículo, permitindo que o mesmo faça manobras de salto, derrapagens ultrapassagens transpasse por obstáculos e etc. É importante deixar evidente que o usuário irá executar movimentos conjugados de acelerar/ frear ou passar marcha com o ato de girar o volante.

Descrição das ações: controle de pés e girar o volante

### **Controle de pés**

O controle dos pés pode ser entendido como o ato de fazer movimentos conjuntos de aceleração, frenagem e controle câmbio enquanto se dirige um veículo. É por meio dos pés que é executada uma das principais tarefas de controle do veículo. Nesse sentido, há inúmeros estudos na área da ergonomia que tratam do assunto a fim de minimizar eventuais impactos negativos no ato de exercer controle dos pedais durante a direção.



O fato do veículo ser movido por um motor de motocicleta, os comandos de aceleração, frenagem e transmissão que, nas motocicletas são executados pelas mãos, terão de ser readaptados ao bólido para serem acionados pelo pé. Portanto, certos parâmetros de conforto recomendados pela literatura deverão ser reconsiderados e adaptados conforme as necessidades da vida real.

### **Girar o Volante**

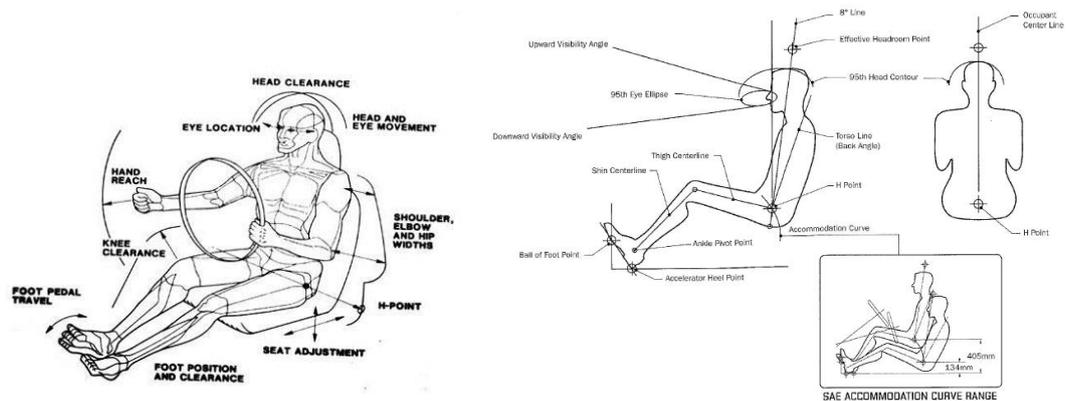
Embora muitas vezes seja uma característica fundamental na decisão de compra de um automóvel, o conforto do motorista pode ser um aspecto difícil de testar e medir. A maioria dos veículos hoje é fabricada com volantes instrumentados que incluem vários botões e outros recursos para uma experiência de direção mais fácil e intuitiva. Como resultado, os volantes precisam ser projetados para atender às importantes necessidades ergonômicas do motorista.

Direções são boas para automóveis, aeronaves, ferramentas e válvulas. Devem dispor de ranhuras para os dedos quando cargas pesadas estiverem envolvidas. Para veículos, dê preferência a direções com 178–533 mm, com três raios, possibilitando uma boa visibilidade dos mostradores e do trânsito.

Sendo assim, o ato de girar o volante atua como sendo o mais comum a qualquer veículo automotor ou de tração humana.

No mercado existem diversos tipos de veículos e cada um com suas especificações técnicas, o que pode tornar o ato de girar a direção diferente para cada motorista. O volante de um caminhão possui diâmetro maior do que o de um carro fórmula. Também há diversos níveis de inclinação da barra de direção, dependendo da finalidade do veículo.

A direção é o elemento de contato homem-máquina bastante intuitivo, exigindo pouco ou nenhum esforço cognitivo para execução da tarefa. Em alguns casos demanda mais força e habilidade do motorista, como em sistemas de direção mais simples, mas atualmente, os carros têm vindo com tecnologias de redução que diminuem os impactos da pista e torna direção mais suave. Conjuntos de direção mais simples hoje é mais comum em carros de corrida do tipo Kart pois transmitem melhor o movimento, são de simples manutenção e mais leves que direções mais modernas.

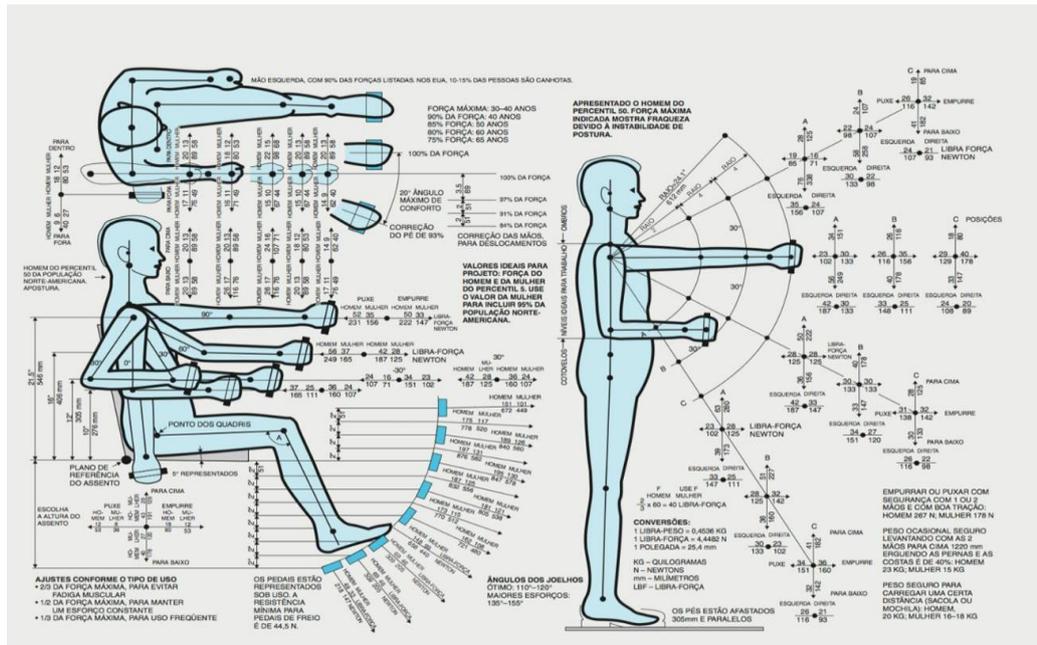


**Imagem 29:** Conjunto de movimento conjugados que o motorista faz ao volante e acomodação do piloto no habitáculo recomendada pela SAE. (**Fonte:** SAE)

Após análise de tarefas, conclui-se que muitos aspectos pesquisados podem ser aproveitadas no projeto devido a semelhança da posição de pilotagem com a de um veículo comum. Mas claro, desde que, se tomando o devido cuidado ao adaptá-las ao produto. Tamanha semelhança permite com que o conjunto de direção possa ter peças intercambiáveis de veículos já existentes no mercado.

### Mudar de Marcha

Muitos definem a embreagem como a alma do carro, mas a cada dia vem sendo menos utilizada, seja devido a ascensão tecnológica que permitiu com que carros automáticos e automatizados fossem cada vez mais disseminados, seja pelo número crescente de motoristas cansados de fazer controle de embreagem durante subidas e trocas de marcha em engarramentos cada vez mais frequentes. É importante ressaltar que a troca de marcha ainda é uma das atividades muito presentes durante a direção, e por isso, devido a intensidade complexidade frequência seja uma das mais fatigantes ao se dirigir. O motorista aperta o pedal para ligar o carro, aciona para aumentar e para reduzir marchas. Tendo isso em mente, é importante lembrar a alavanca de transmissão deva estar em um ponto de fácil acesso e exija pouco esforço do usuário, dar uma resposta tátil ao usuário e ao mesmo tempo segurança.



**Figura 30:** diagrama de força do homem e da mulher (fonte: Henry Dreyfuss)

Henry Dreyfuss (2005) recomenda em seu livro *As Medidas do Homem e da Mulher* que “as empunhadeiras devem estar de acordo com o uso e o movimento da mão e todas empunhadeiras devem ser de toque confortável. Use empunhadeiras com formas arredondadas e cilíndricas. Empunhadeiras estreitas tendem a rasgar com o uso pesado. Se forem muito largas darão insegurança. Um diâmetro ideal está na faixa de 22–32 mm. As empunhadeiras do tipo bola ou semelhantes são usadas para trabalho leve e pesado. Suas formas não precisam ser esferas perfeitas, se a empunhadeira estiver fixa. Para maçanetas de portas, use a forma em L, não em T.”



um ergonomista projeta ou modifica o trabalho para se adequar ao trabalhador, e não o contrário. O objetivo é eliminar o desconforto e risco de lesão devido ao trabalho, ou do produto. Em outras palavras, o usuário é a primeira prioridade na análise de um produto e no que toca a matéria de Ergonomia.

*“A ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica que se ocupa em compreender a interação entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, bem como a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.”*

International Ergonomics association (20-?)

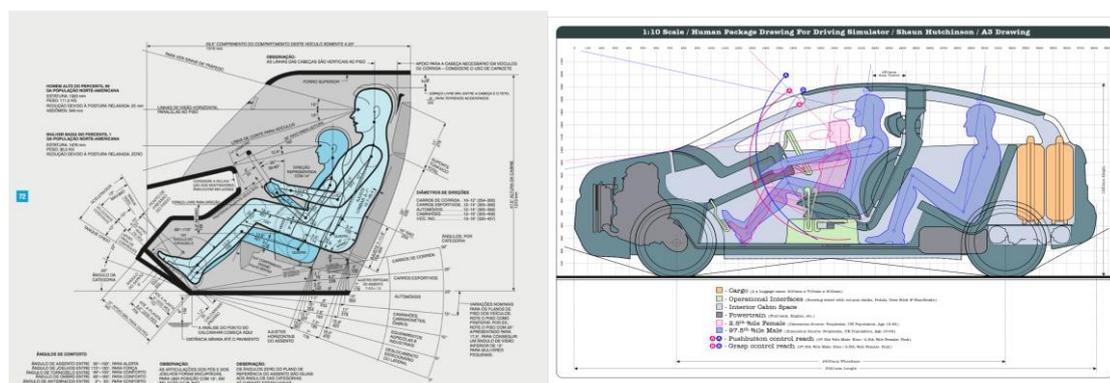
*“Se pudermos caracterizar a ergonomia como uma disciplina que busca articular conhecimentos sobre a pessoa, sobre a tecnologia e a organização para sustentar sua prática de mudança dos determinantes e condicionantes da atividade profissional e do uso e manuseio de produtos ou sistemas, então o objetivo da disciplina e da prática em ergonomia é facilmente compreensível: trata-se de realizar uma transformação positiva na configuração da situação de trabalho e no projeto dos produtos.”*

Associação Brasileira de Ergonomia (2004)

Segundo Iida (2005), para que a ergonomia atinja seu objetivo, o ergonomista deve entender e projetar considerando:

- i) O homem e as diversidades inerentes a ele, abrangendo atributos como idade, tamanho, força, habilidade cognitiva, experiência, cultura e objetivos;
- ii) A máquina, ou seja, todas as ferramentas, o mobiliário, os equipamentos e as instalações; e o ambiente, que contempla temperatura, ruídos, vibrações, luzes, cores, etc.;
- iii) A informação, que se refere ao sistema de transmissão das informações;
- iv) Organização, que constitui todos os elementos do sistema produtivo como horários, turnos e equipes;
- v) As consequências do trabalho, que abarca todas as questões relacionadas com erros e acidentes, além de fadiga e estresse.

Foi pensando no leiaute de posicionamento já existente nos automóveis que o primeiro modelo foi construído. A preocupação inicial era que o produto não fugisse em excesso do posicionamento recomendado por Henry Dreyfuss (vide figura 28) e do recomendado pela SAE Society of Automotive Engineers (Sociedade de engenheiros automotivos) (vide figura 24)



**Imagem 32** À esquerda, packaging automotivo com especificações técnicas sugeridas por Henry Dreyfuss; À direita, package automotivo de um automóvel (**Fonte:** As medidas do Homem e da Mulher/ Hutchinsonsimulator. wordpress.com)

O package é a definição da posição dos ocupantes, cargas e outros volumes no veículo. É por meio do leiaute, por exemplo, que será definida a posição dos sistemas por onde o ocupante irá interagir ao dirigir um carro. A criação de um package é essencial no desenvolvimento de estilo, pois depois de estabelecido é que encontra o melhor modo de encaixar a forma na estrutura proposta. Com o leiaute prévio é possível economizar espaço materiais e recursos.

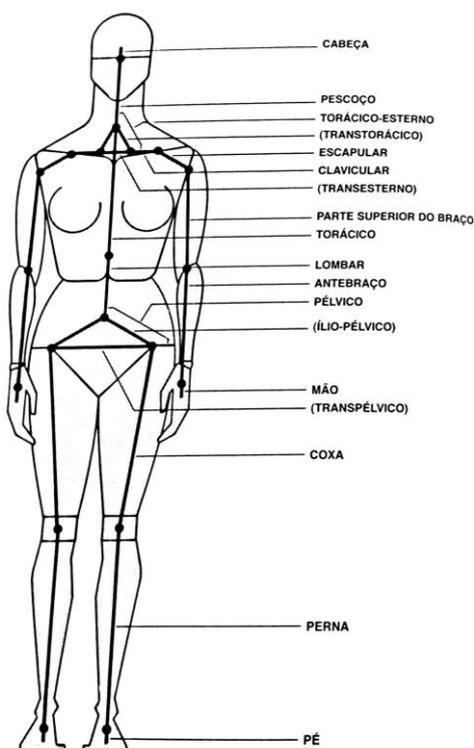
Foi seguindo esse preceito que o leiaute prévio foi concebido, a fim de acomodar melhor o piloto, os sistemas e os componentes em um volume compacto, leve e seguro.

Embora o usuário seja a parte fundamental na concep o do leiaute prévio, algumas peças tiveram que ser levadas em considera o por possuírem medidas fixas, como, por exemplo, banco esportivo, dire o e rodas.

No projeto em questão, o package foi concebido após análise ergon mica, constru o e análise do mockup e o resultado do que se espera do produto.

### Análise ergon mica.

Para realiza o da análise ergon mica foram utilizados os dados antropométricos e os conceitos de ergonomia do livro “Dimensionamento Humano para Espaços Interiores dos autores Julius e Martin Zelnik e As Medidas do Homem e da Mulher: Fatores Humanos em Design de Henry Dreyfuss.

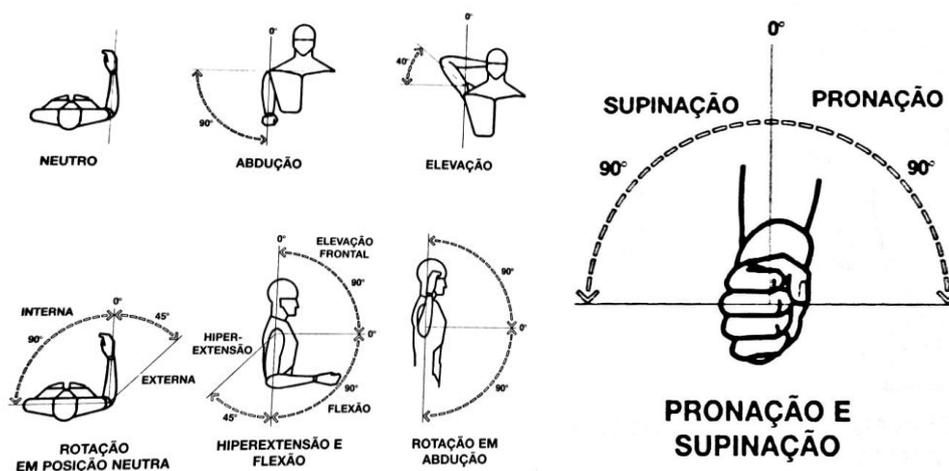


**Figura 33:** Sistema corporal utilizado para análise ergon mica. **Fonte:** Panero e Zelnik

## Membros Superiores

A avaliação dos membros superiores se deu por conta da necessidade de entender os movimentos, limitações e alcance dos braços e ombros, e projetar a direção e alavanca de câmbio. O objetivo é entender até onde vão os membros e a força de deles para que o piloto possa exercer a atividade de virar e mudar de marcha sem sofrer desconforto.

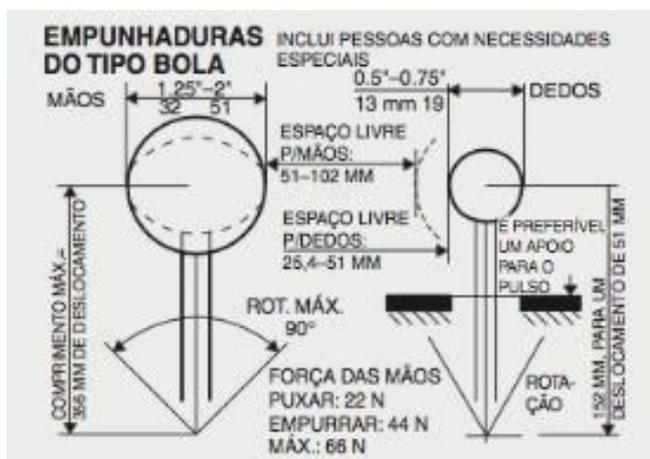
Panero e Zelnik elucidam no livro *Dimensionamento Humano em Espaços Interiores*, a amplitude de movimentos articulares dos membros superiores que abarcam a maior parte da população civil. Para o posicionamento da alavanca de câmbio, entender a amplitude da rotação em posição neutra, e hipertensão e flexão mostrado na figura X é de grande valia para evitar que o câmbio fique posicionado fora do alcance ou em um alcance que gera muito desconforto.



**Figura 34** – Movimentos e alcance dos membros superiores **Fonte:** Panero e Zelnik

O movimento de mudar de marcha exigirá movimentos de hiperextensão e rotação em posição neutra. Para esses movimentos, os autores mostram que a amplitude superior do braço possui um ângulo de movimento de 45°. Fora desse alcance, a movimentação do membro já é considerada desconfortável. E no que tange a rotação em posição neutra, os autores mostram uma angulação de 45° do antebraço na direção externa. Os limites para pronação e supinação

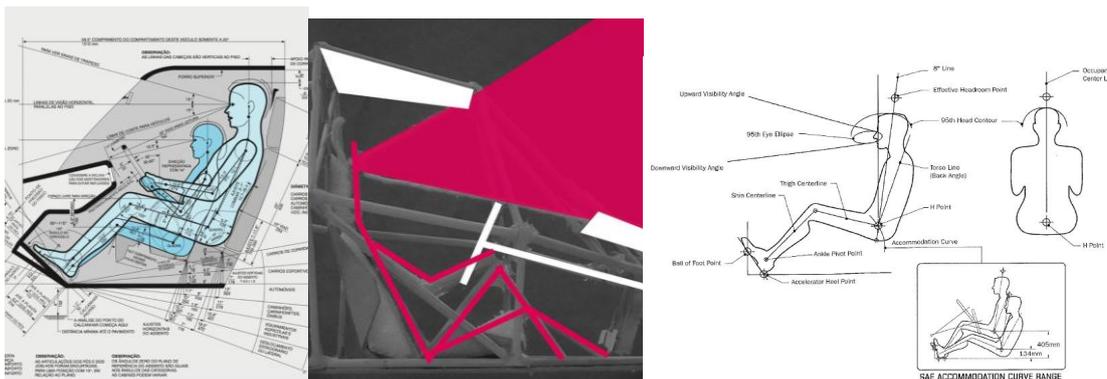
da é de 90° cada. Segundo Panero e Zelnik (2001) pronação é a “rotação do antebraço de modo que a palma da mão fique virada para baixo”.



**Figura 35** Recomendação de posição diâmetro e limites de rotação de empunhaduras do tipo bola. **Fonte:** Henry Dreyfuss

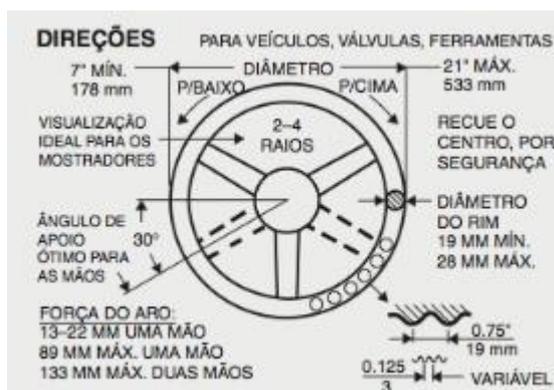
No projeto em questão, empunhadura da alavanca de marcha será a do tipo bola, mostrado na Figura X, a qual permite que o usuário a acione com a mão tanto em posição pronada como em posição neutra. Para esse tipo de alavanca, Henry Dreyfuss recomenda empunhaduras do tipo bola de 32 a 51 milímetros de diâmetro, com comprimento máximo de 36 centímetros de deslocamento e rotação máxima de 90°. O vão livre da alavanca deve ser de 5 a 10 cm. Para acionamento, a força exercida não deve ultrapassar 22 Newtons para puxar e, para empurrar, 44 Newtons.

No tocante a ação de girar o volante, Dreyfuss (2001) recomenda que uma angulação de 115° da parte superior do braço com o antebraço durante o ato de dirigir. No mockup do projeto a angulação do manequim ficou próxima do recomendado, assim respeitando os limites sugeridos. O autor também faz recomendações de diâmetro e posição da direção. Devida a posição do piloto ser outra, da questão da posição do volante, resolveu-se seguir o que fora sugerido pela SAE como está mostrado na Figura X da Análise de tarefas.



**Figura 36:** Posição do piloto recomendado por Dreyfuss, Posição do piloto no protótipo e a posição do piloto recomendada pela SAE. **Fontes:** H. Deyfuss; O Autor; SAE

Ainda se tratando da questão da direção, Dreyfuss, estabelece parâmetros dimensionais para a direção, conforme a necessidade da sua utilização. Na construção do mockup, as recomendações do autor não foram seguidas, no caso, o diâmetro do volante imitou o diâmetro de uma direção de Kart, mas cabem dentro do que fora recomendado, necessitando assim poucas alterações no produto final.

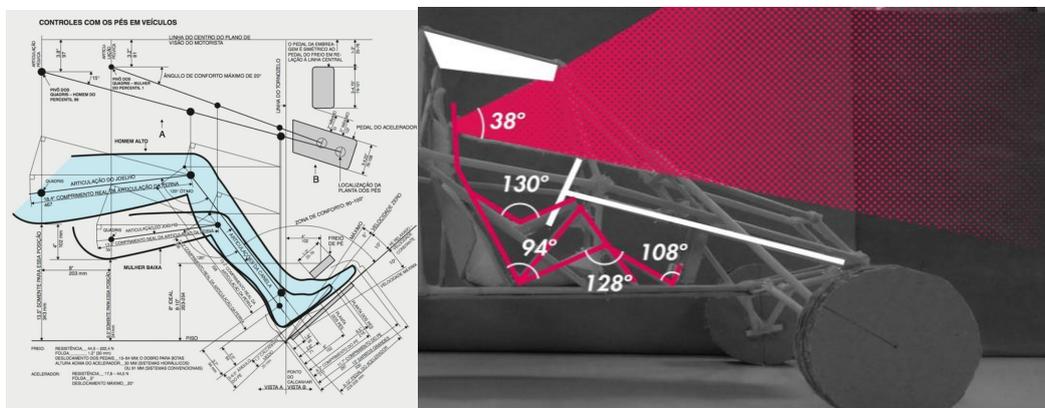


**Figura 33:** Parâmetro de direções recomendadas por Dreyfuss. **Fonte:** Henry Dreyfuss

### Membros Inferiores

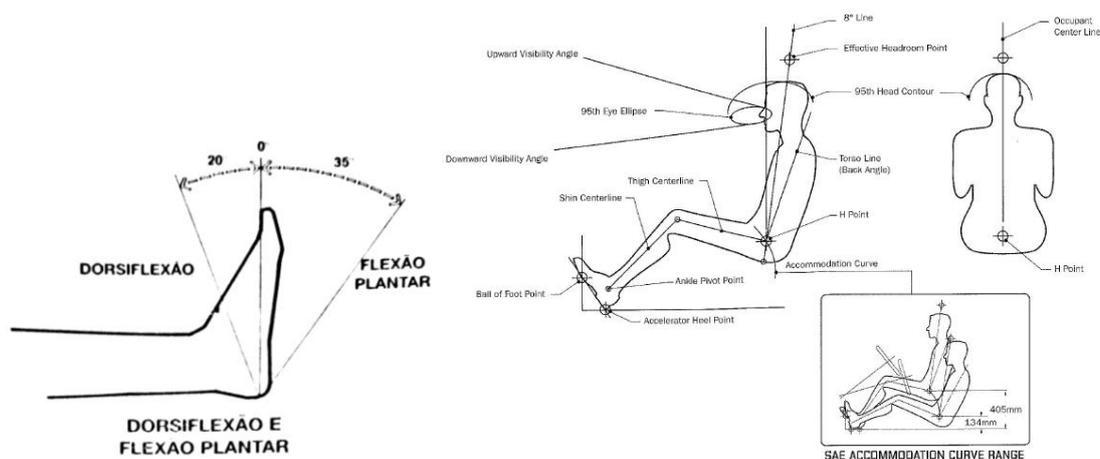
Para análise ergonômica de membros inferiores também foi utilizada como base os autores Panero e Zelnik e Henry Dreyfuss. O objetivo desta parte é saber se o protótipo do veículo obedece às recomendações dos autores, para assim fazer alterações que proporcionem maior conforto ao usuário. Segundo Henry Dreyfuss (2005), a articulação da coxa com a perna deve haver  $120^\circ$  para ser considerada ótima. No modelo tridimensional prototipado essa articulação possui  $128^\circ$ , excedendo a abertura recomendada pelo autor. Esse excesso se deu por

conta dos pedais estarem demasiadamente distantes. Dentro do percentil 95, caberia diminuir a distância dos pedais em relação ao banco e projetar um ajuste para o banco, para que pessoas de menor estatura pudessem utilizar o veículo sem maiores problemas.



**Figura 37:** Ângulo das articulações recomendado por Dreyfuss e articulações do manequim do modelo. (Fontes: H. Dreyfuss; O Autor)

Para avaliar o ato de acelerar, foi utilizado o que Panero e Zelnik, estabeleceram de limites de dorsificação e flexão (figura X) e que fora recomendado pela SAE. Considerando o que foi visualizado do protótipo, o pé do manequim, em repouso, ficaria em dentro do ângulo de dorsificação ilustrado na figura abaixo, o que segundo Dreyfuss não é considerado recomendável, pois excede o ângulo de repouso para o pé, que é entre  $90^\circ$  e  $100^\circ$



**Figura 38:** Amplitude de dorsificação e flexão plantar e leiaute do piloto, recomendado pela SAE. Fonte: Panero Zelnik; SAE Society of Automotive Engineers

Após análise, é possível concluir que se faz necessário deixar os pedais mais baixos, onde a planta de pé alcance com maior facilidade, assim diminuindo a amplitude de dorsificação e uma possível fadiga do usuário.

### **Cabeça e Visão**

Como o modelo se trata de um veículo construído com base em uma gaiola, é salutar elucidar quais pontos cegos as barras estabilizadoras do carro irá causar. Havendo pontos cegos, vale a pena estudar a amplitude da movimentação da cabeça do usuário para que se faça alterações que não cause fadiga e nem force o usuário a movimentar a cabeça em demasido. A questão dos pontos da visão também vale a pena ser estudada e analisada a fim de descobrir que tais pontos cegos comprometam esses pontos importantes da visão.

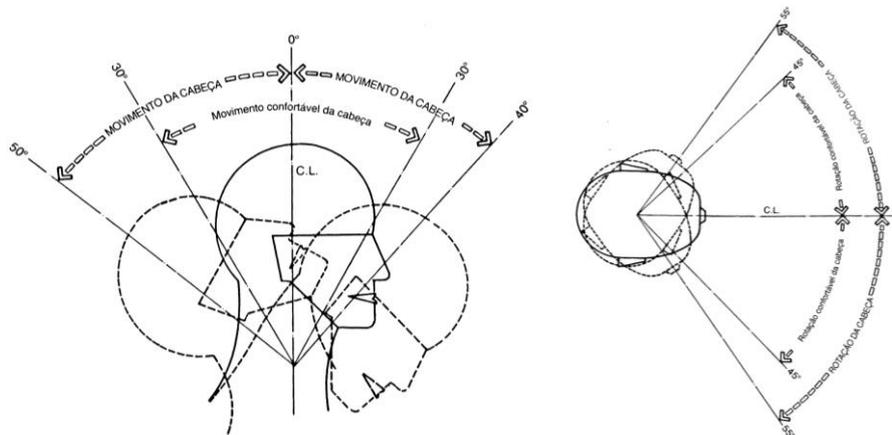
Ainda com base nos autores Panero e Zelnik e Henry Dreyfuss, o campo visual e o movimento da cabeça foram analisados objetivando-se possíveis limitações do projeto para futura alteração

De acordo com Panero e Zelnik (2001) “O campo visual é aquela porção do espaço, medida em magnitude angular, que pode ser vista quando a cabeça e os olhos estão imóveis. O campo visual de um só olho é chamado de visão monocular. Dentro deste campo as imagens nítidas não são transmitidas à mente, fazendo com que os objetos pareçam difuso e sem nitidez. Entretanto quando um objeto é observado simultaneamente pelos dois olhos, o campo visual de cada um se sobrepõe ao do outro criando uma zona central de maior magnitude do que aquele campo possível por cada um dos olhos separadamente. Este campo central de visão é denominado campo binocular e, como indicado no desenho superior, é de cerca de 60° em cada direção. Dentro deste campo são transmitidas à mente imagens bastante nítidas, também ocorre a percepção de profundidade e a discriminação de cores. ainda dentro deste campo central, há o reconhecimento das palavras e símbolos: 10° a 20 da linha de visão para o primeiro e 5° a 30° da linha de visão para o segundo. Além desses respectivos limites tanto as palavras como os símbolos tendem a desaparecer. De fato, a área de maior concentração é aquela situada cerca de





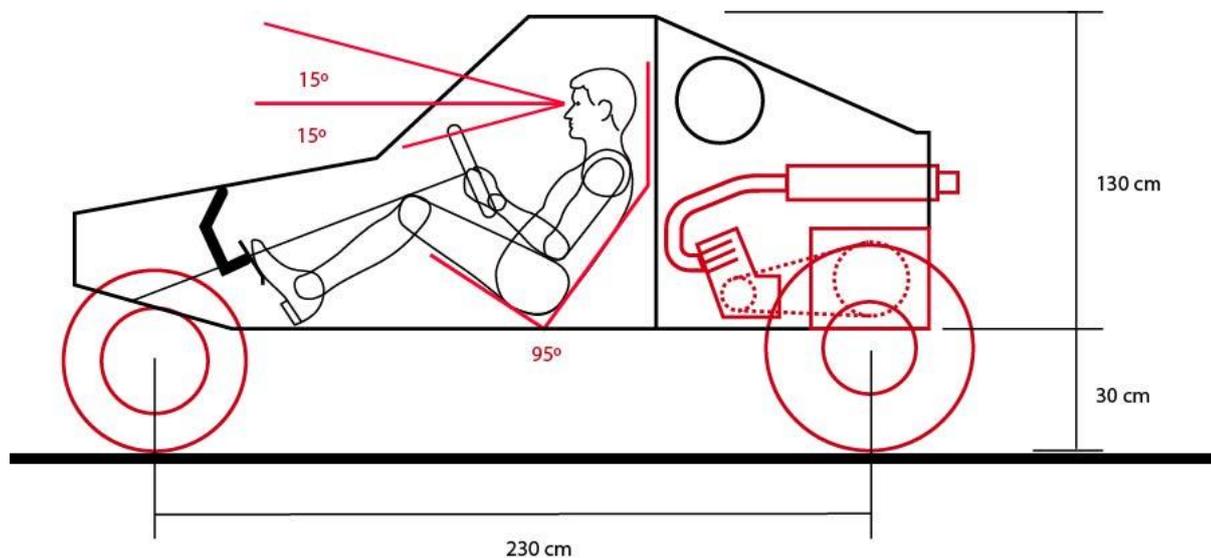
baixo, será descrito como ventral e se feito para trás eu para cima será descrito como dorsal. No entanto a international Standard Orthopaedic Measurements (ISOM) refere-se a este movimento para cima como extensão. Novamente, um simples experimento por parte do leitor ilustrará o imenso aumento no campo de visão como resultado do movimento de cabeça, mesmo de apenas alguns graus de magnitude.



**Figura 41** Amplitude do movimento da cabeça no plano vertical e horizontal. **Fonte:** Henry Dreyfuss

## 11 DEFINIÇÃO DO LEIAUTE PRÉVIO: PACKAGE

Após a construção do modelo em escala e análises, tornou-se possível a criação de um package considerando os posicionamentos do piloto, os principais sistemas com os quais ele irá interagir durante a pilotagem. Um desenho da vista lateral do kart com o usuário posicionado no seu lugar foi feito para que pudesse se tornar um norteador para as alterações necessárias.

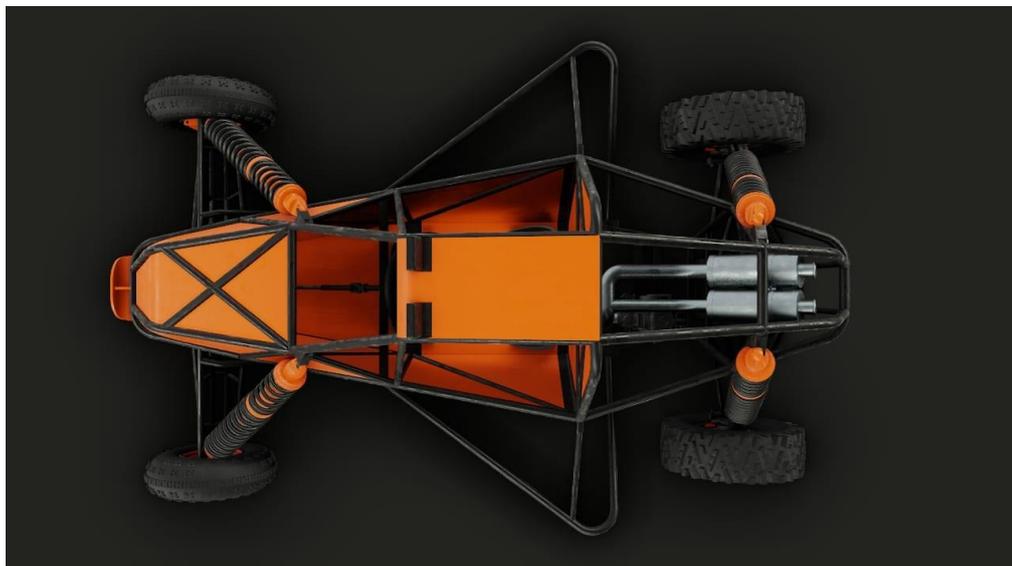


**Figura 42:** Package de alterações a serem feitas nos sistemas do veículo

Utilizando um modelo de 1,85m de altura, portanto, respeitando o percentil 95, o Package foi concebido pensando em ajustes dos componentes funcionais, principalmente do volante e do banco, para adequar o produto a pessoas de estatura menor.

## 12 PRODUTO FINAL

Com base nas pesquisas percorridas neste trabalho, foi possível fazer uma proposta que siga os preceitos levantados a partir dela. Para isso foi utilizado o software SolidWorks, amplamente utilizado nas áreas da engenharia para a concepção da proposta. O SolidWorks é um software de modelagem 3D paramétrica, que proporciona a possibilidade de modelagem de peças com uma grande precisão. Com isso foi possível visualizar como seria o carro a ser projetado, ter uma ideia de dimensões e quantidade de peças que seriam empregadas na fabricação. O resultado pode ser conferido nas imagens a seguir.



**Figura 43** – Vista superior

**Fonte:** O autor

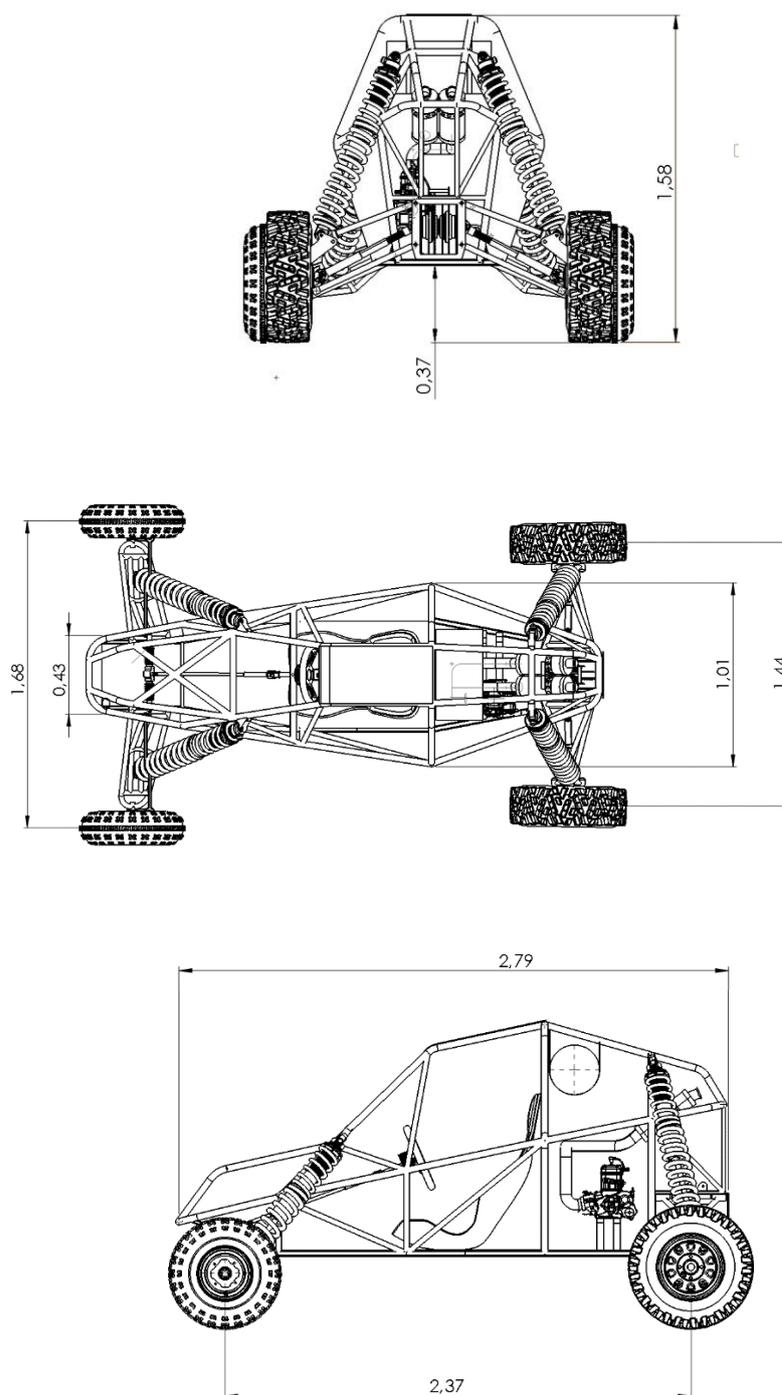
Nesta proposta, elementos formais, tais como altura do solo, pneus traseiros largos e com dentes, parte estrutural e amortecedores expostos, remetem aos carros off-roads. Foi escolhida também uma cor chamativa que destacasse suas principais características. A largura do carro também o faz parecer maior do que já é além de lhe conferir maior estabilidade e imponência, características indispensáveis a um aventureiro fora-de-estrada.



**Figura 44** – Vista do veículo. **Fonte:** O autor

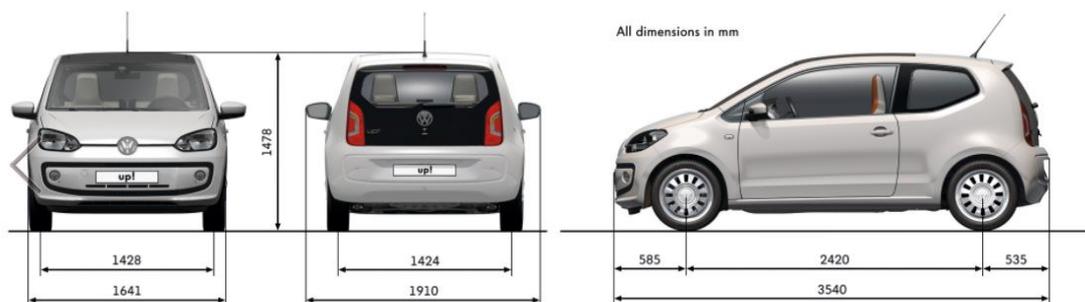
A cor laranja, em contraste com o restante do carro proporciona maior sensação de que o carro possui maior volume, além de destacar elementos estruturais, como os amortecedores, as mangas de eixo e a gaiola, conferindo um aspecto formal mais robusto ao conjunto. A preferência de deixar o motor e todo o sistema mecânico expostos se deu para deixar a manutenção mais barata, fácil e o visual do carro mais rudimentar.

Abaixo, alguns desenhos técnicos dimensionais do veículo. As medidas estão em metros.



**Figura 45** – Dimensões do carro. **Fonte:** O autor

As dimensões da proposta foram pensadas para ser possível comportar um homem adulto de 1,90m com até 100 kg confortavelmente. A imagem abaixo mostra as medidas de um compacto bastante popular, o Volkswagen Up!, cuja suas dimensões possuem semelhanças com a proposta apresentada neste projeto. As dimensões estão em milímetros.



**Figura 46** – É possível notar que em alguns aspectos, como entre-eixos, altura e largura, o popular da marca alemã é menor que o carro proposto. **Fonte:** Caricos.com

Para terrenos acidentados, e rochosos, os motores multi cilíndricos de alta rotação são os mais recomendados. E para terrenos pantanosos, praias, e dunas, torque alto e baixa rotação são importantes, pois garantem maior aderência do veículo ao solo e força para empurrá-lo.

Pensando em uma maior variedade de terrenos no qual o veículo será utilizado, foi escolhido um motor que é popularmente utilizado em motocicletas, o monocilíndrico de 300 cilindrada, que equipa a motocicleta off-road XRE 300.

O motor é um monocilíndrico de  $291.6 \text{ cm}^3$ , arrefecido a ar e com radiador a óleo 4 tempos. Abastecido a gasolina, possui 26.1 cavalos de potência (26.3 se etanol) a 7500 rotações por minuto (RPM) À gasolina, possui torque de 2.81 quilogramas força metro (kgfm) (2.85 kgfm se abastecido a etanol) a 6500 RPM

Aspectos Técnicos	
Parte	Especificação
Chassis	Assoalho de perfil retangular e estrutura em aço tubular
Direção	Caixa de direção esportiva de pinhão e cremalheira
Transmissão	Caixa de transmissão de motocicleta
Suspensão Dianteira	Balança duplo "A" independente, trajeto da roda de 50cm
Suspensão Traseira	Balança duplo "A" independente, trajeto da roda de 40cm
Freios	Disco 28cm de diâmetro, pinça hidráulica de duplo pistão
Rodas Dianteiras	Pneus 25x8x12 em rodas 12x6
Rodas Traseiras	Pneus 16x12x12 em rodas 12x10
Largura	1,68m
Altura	1,58m
Comprimento	3m
Peso	280kg Aprox.
Altura do Solo	37,39cm
Velocidade Máxima estimada	120 kmh
Aceleração Estimada	0 a 100 km/h em 10 segundos

**Tabela 1** Aspectos técnicos

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto partiu de uma vontade antiga do autor em fazer algo relacionado a design automotivo. Uma vez em que sempre se buscou a orientar todos os seus projetos para a área de transporte, explorar o tema do off-road foi um desafio que complementaria a paixão por carros.

Inicialmente, a proposta de projetar um carro se mostrou bastante desafiadora, uma vez em que não se tinha ideia de onde começar, como estabelecer parâmetros e entregar o projeto pronto para a fabricação do protótipo.

A orientação da Professora Orientadora Symone Jardim foi salutar nesta fase do projeto, pois, foi a partir daí foi possível elencar os principais pontos a serem atacados para a concepção do carro. Foi se utilizando das metodologias de design que foi possível esclarecer o que precisaria ser feito para entender o conceito de off-road, mimetização de aspectos formais e como os usuários desse tipo de veículo se relacionavam com o produto e com as pessoas, bem como o que esperavam em um carro desse tipo para assim partir para a fase mais técnica do projeto.

A fase técnica envolveu materiais, processos de fabricação e entender como funciona um kart e os principais sistemas mecânicos do veículo. Uma pequena pesquisa de internet e na literatura de materiais industriais foi o suficiente para entender a parte de processos de fabricação, mas entender como funciona os conjuntos mecânicos de um carro, como direção, suspensão e a dinâmica dos pedais para acionar o motor do carro foi preciso maior imersão. Nesta etapa, foi não só necessário consultar a internet, mas como fazer visitar a equipes de competição envolvidas em projetos de carros semelhantes, como o Baja e piratas do cerrado. E para se certificar ainda mais do entendimento da mecânica automotiva, todos os sistemas foram reproduzidos no SolidWorks e seu funcionamento estudado com maior afinco. O maior aprendizado que este trabalho proporcionou foi neste aspecto. Até então o conhecimento sobre sistemas mecânicos do autor era bastante limitado. Uma vez compreendido como funciona a dinâmica de suspensões, motor e direção, o designer abre portas para ousar mais nos seus projetos.

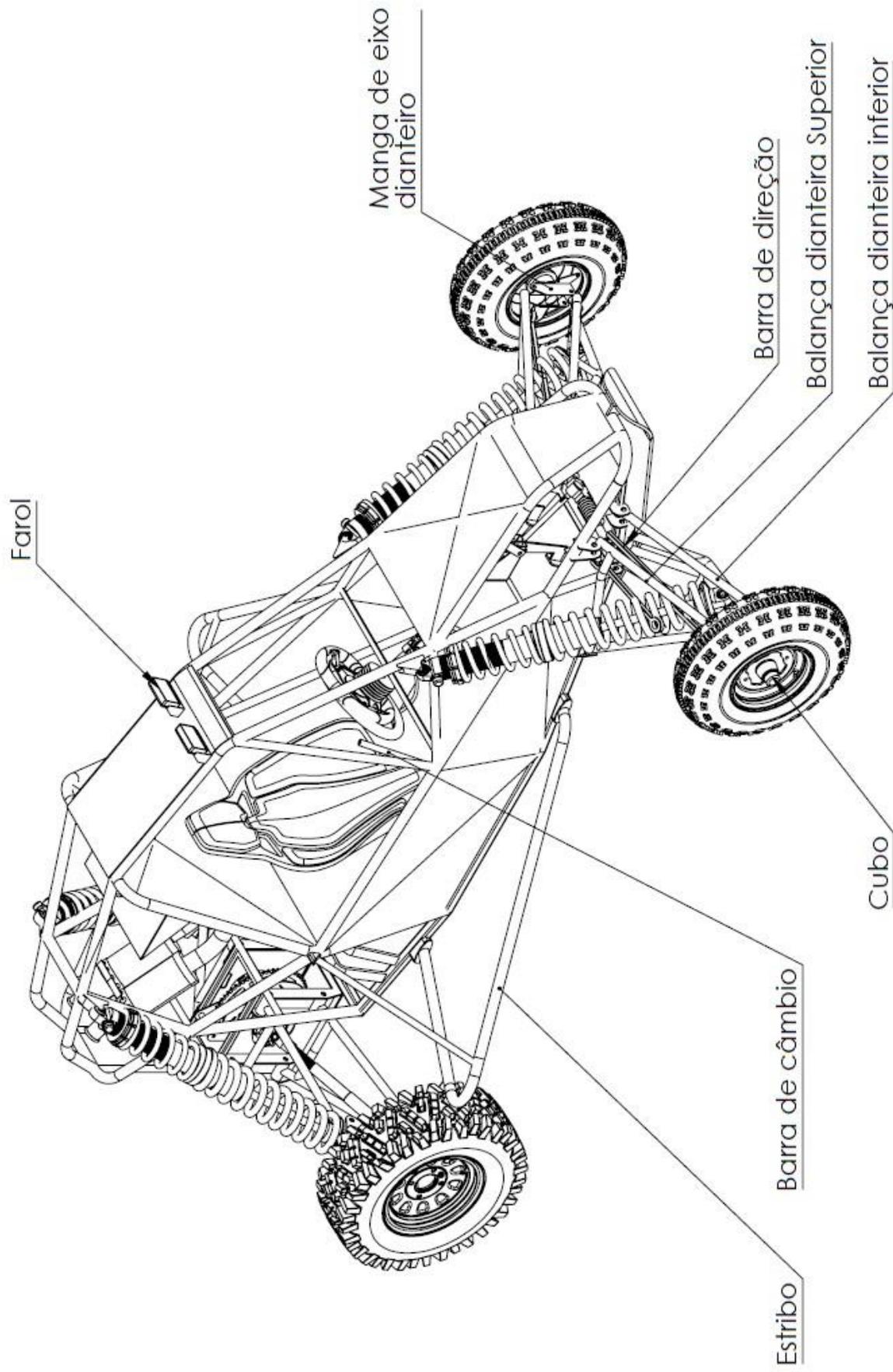
O autor nunca fora antes, durante o curso de Desenho Industrial desafiado a ponto de entender como se dá a relação homem-máquina, como aborda a literatura no que toca a Ergonomia como área do conhecimento. Nessa fase, buscou-se entender ao máximo o que é ergonomia e como o homem se habitua em espaços interiores. Depois buscou-se dar foco na ergonomia automotiva, suas normas e recomendações e partir para uma análise mais detalhada a partir da construção de um modelo em escala.

Nesta etapa, o maior desafio foi saber como se construiria um modelo volumétrico em escala sem se dispor a gastar muito e que fosse de simples mão-de-obra. Fora estudado diversas formas, como a utilização de arame, barbante, madeira balsa e até impressão 3D. O insight veio quando, navegando na internet, o autor se deparou com um vídeo onde uma pessoa fazia uma pequena estrutura triangular com palitos de churrasco e cola quente. Como já se tinha uma noção do desenho, a partir daí foi construído um modelo com palito de churrasco e cola quente. Por ser uma estrutura um pouco mais complexa, deu bastante trabalho e custou algumas noites em claro, mas o resultado final foi satisfatório.

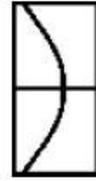
Por fim, após análises feitas, a fase final envolveu fazer a modelagem do produto final com o objetivo de cumprir todos os requisitos e produzir peças para fabricação. Sendo esta parte mais simples e mais conclusiva, que não envolveu grandes esforços, uma vez que já se tinha experiência em modelagem e geração de desenhos técnicos.

Para concluir, cabe lembrar que todo sentimento de satisfação obtida neste projeto se deve pelo profissionalismo e incrível capacidade de orientação da Professora Orientadora Symone Jardim. Sem sua formidável ajuda, não seria possível atingir os objetivos elencados no decorrer deste exaustivo trabalho. Não se pode deixar de lembrar que todo esse processo não se pode resumir em outras palavras a não ser aprendizado, prazer e alegria.





INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação - Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

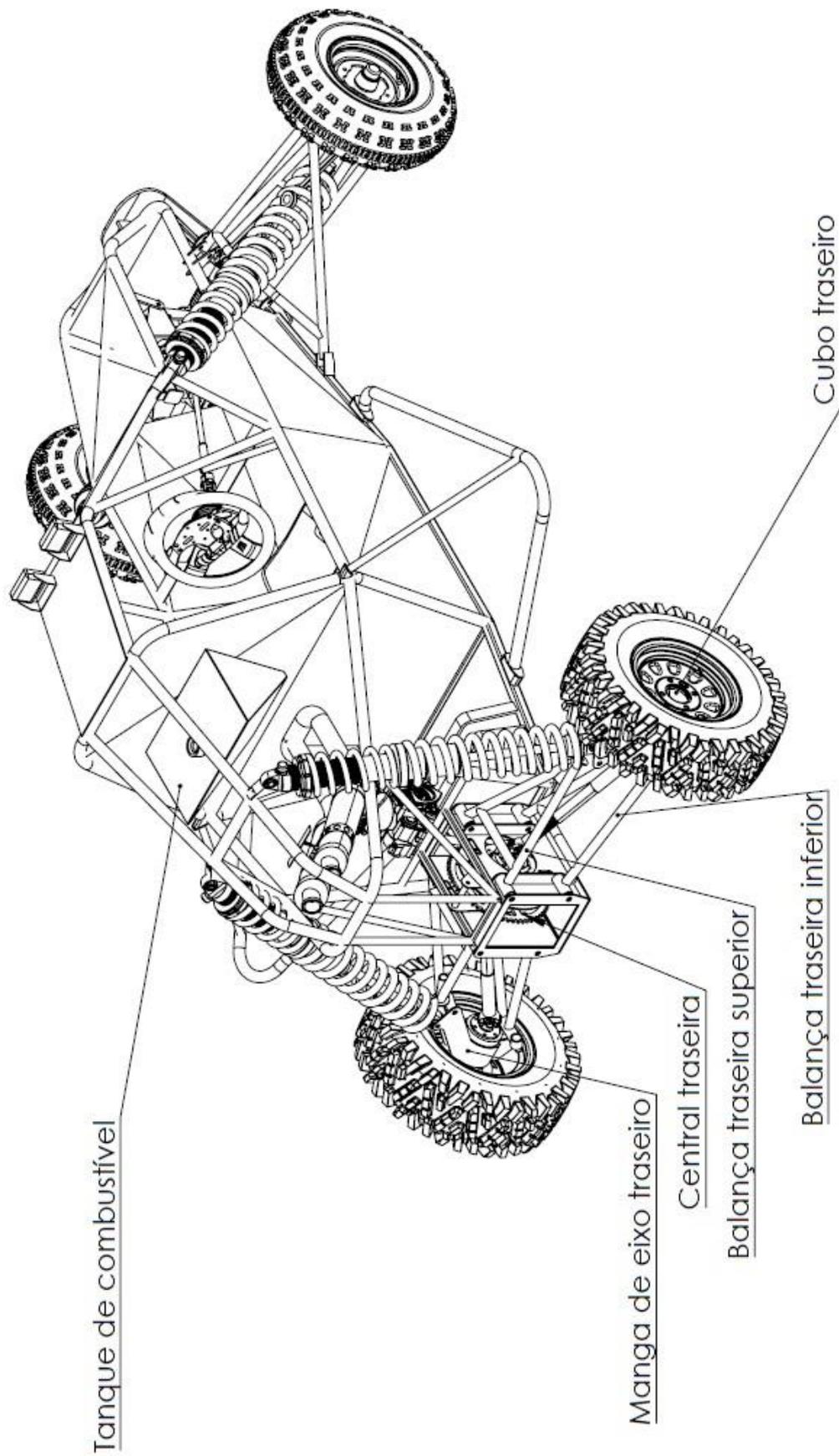
PARTE: **Carro, visão isométrica**

Nº:

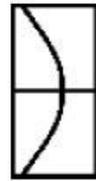
**1/1**

UNIDADE: **Milímetro**

**MOJAVE**



INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação -  
Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone  
Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

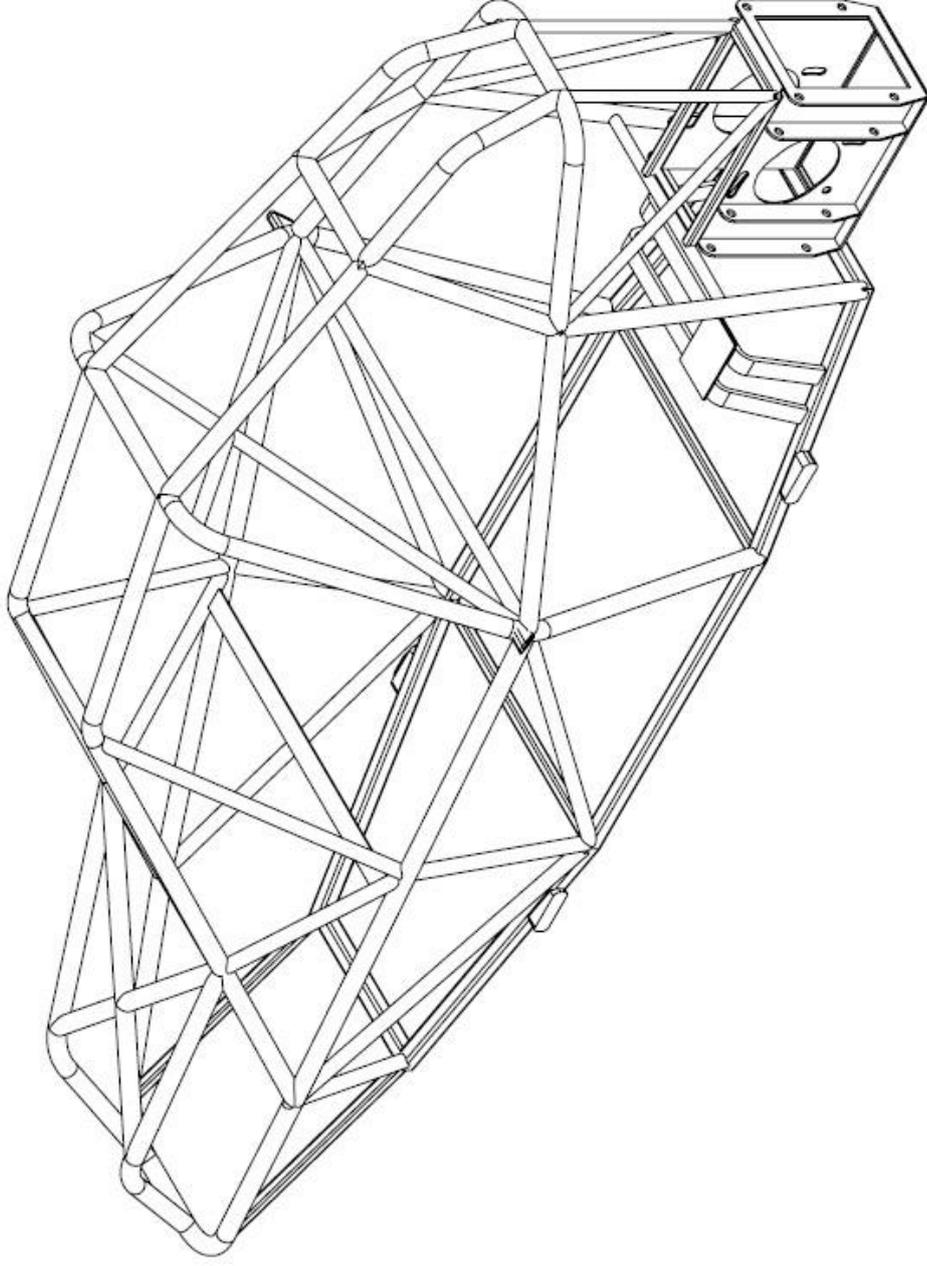
**MOJAVE**

PARTE: **Carro visão geral**

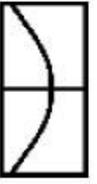
Nº:

**1/1**

UNIDADE:  
**Milímetro**



INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação -  
Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone  
Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

**MOJAVE**

PARTE: **Chassis, vista  
isométrica**

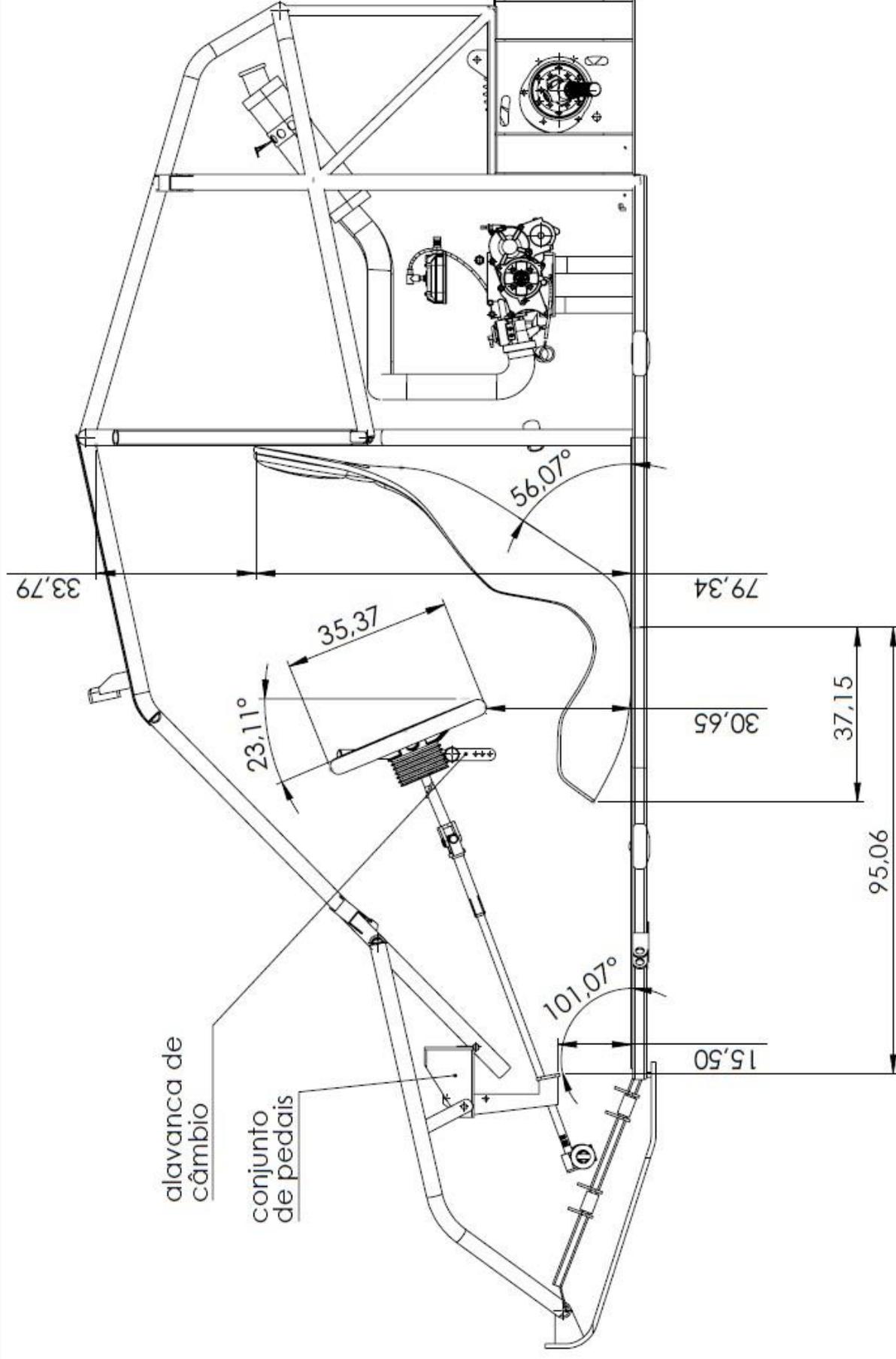
Nº:

**1/1**

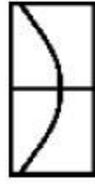
PÁGINA:

**1**





INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação - Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone Jardim**

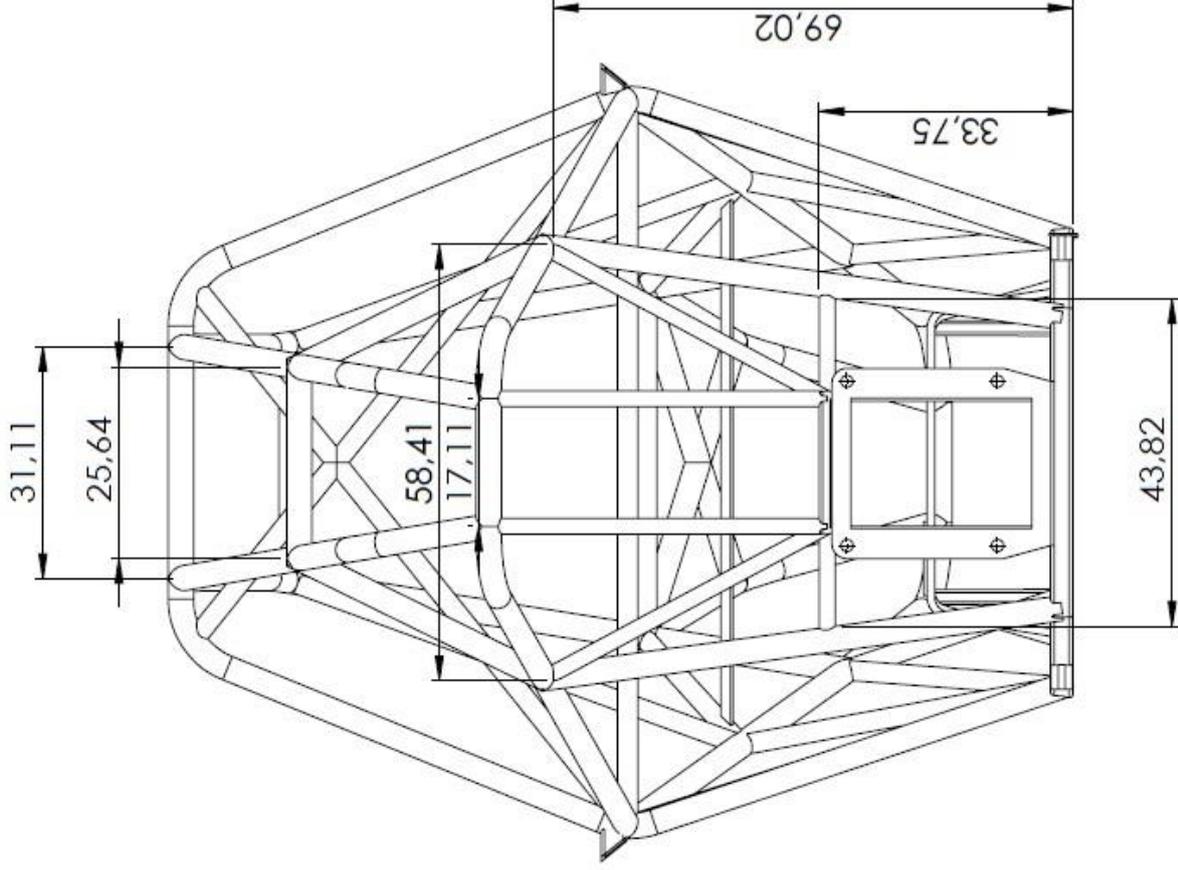
MATRÍCULA: **13/0099481**

**MOJAVE**

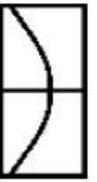
PARTE: **Dimensionamento interno**

Nº: **1/1**

UNIDADE: **Centímetro**



INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação -  
Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone  
Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

**MOJAVE**

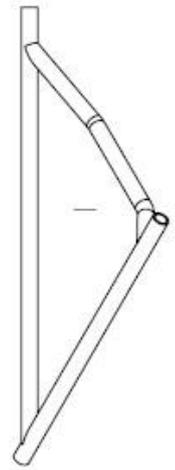
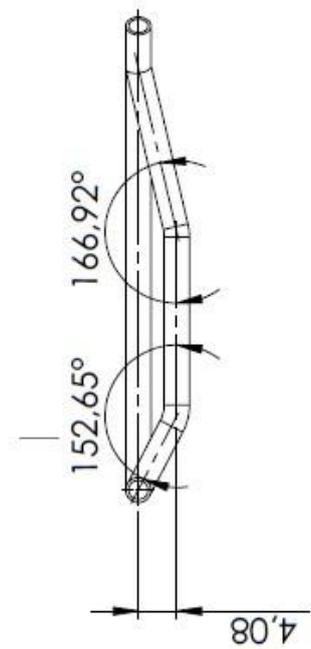
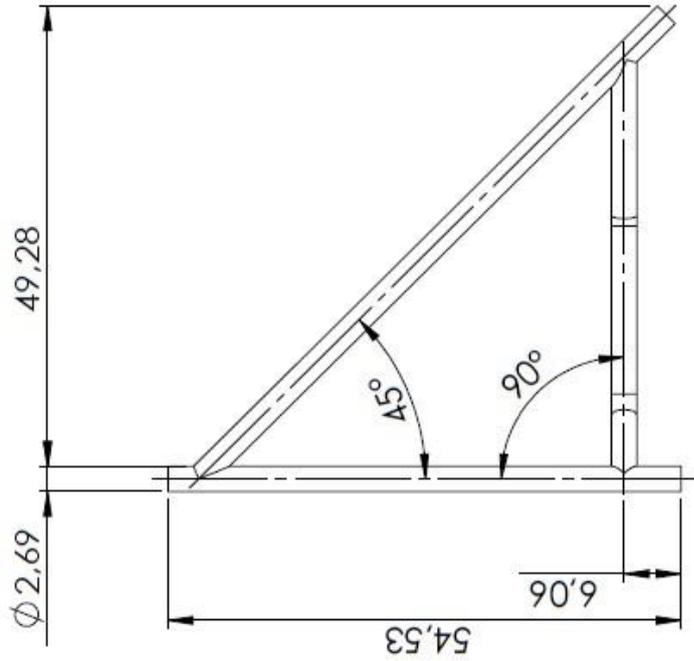
PARTE: **Chassis, vista  
traseira**

Nº:

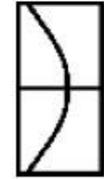
**1/1**

PÁGINA:

**2**



INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação - Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

**MOJAVE**

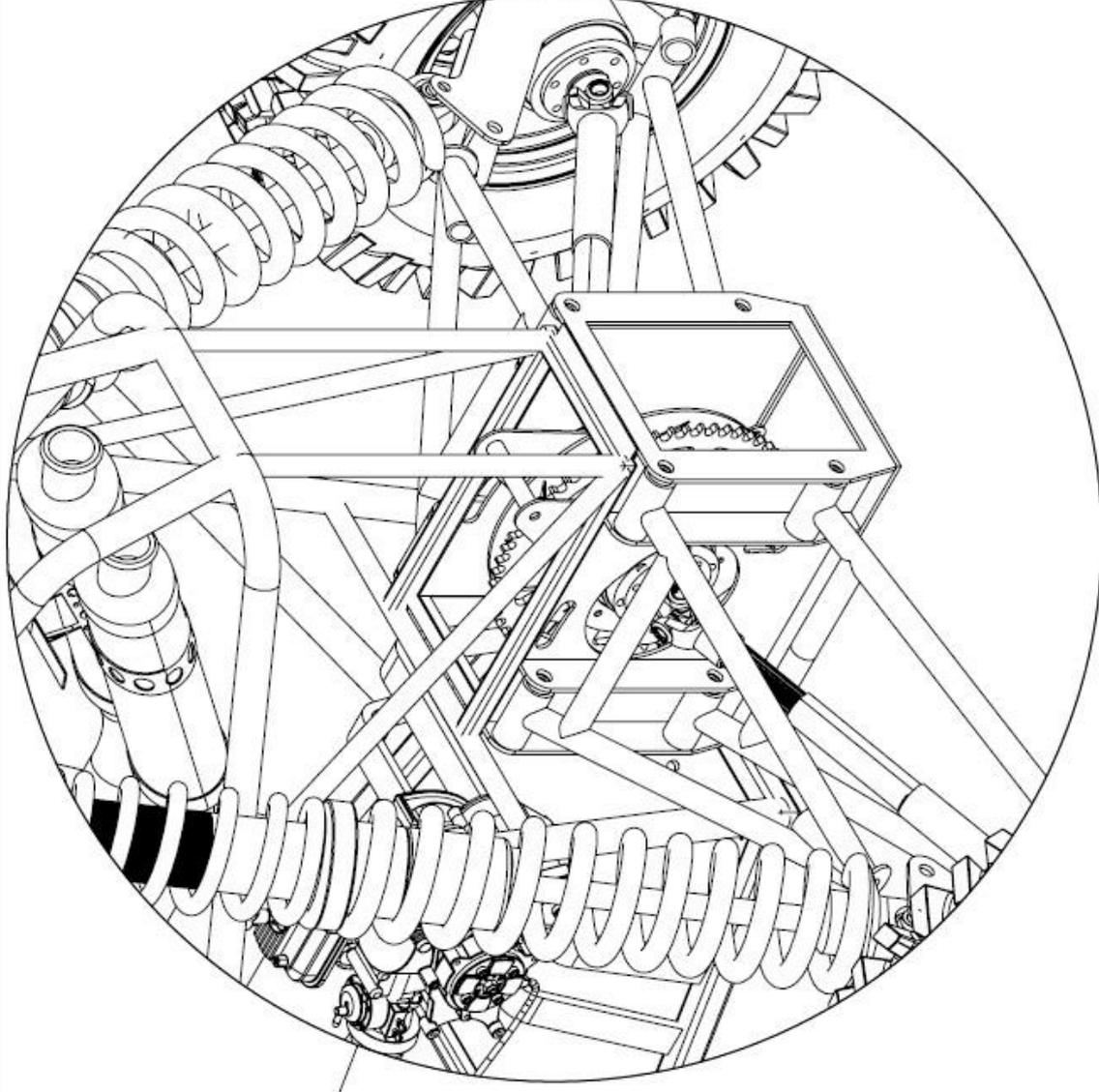
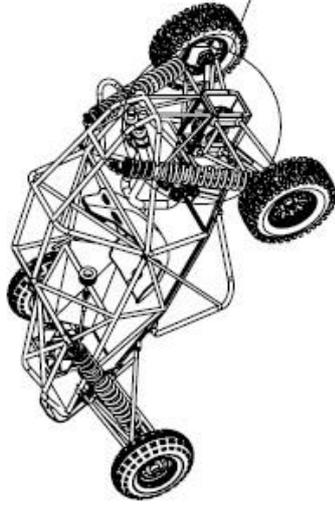
PARTE: **Balança Dianteira Superior (esq. dir.)**

Nº:

**1/1**

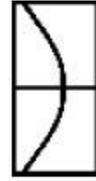
UNIDADE:

**Milímetro**



DETALHE A  
ESCALA 1 : 7

INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação -  
Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone  
Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

**MOJAVE**

PARTE: **Cofre com central  
fraseira**

Nº:

**1/1**

UNIDADE:

**Milímetro**

DISCIPLINA: **Diplomação -  
Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone  
Jardim**

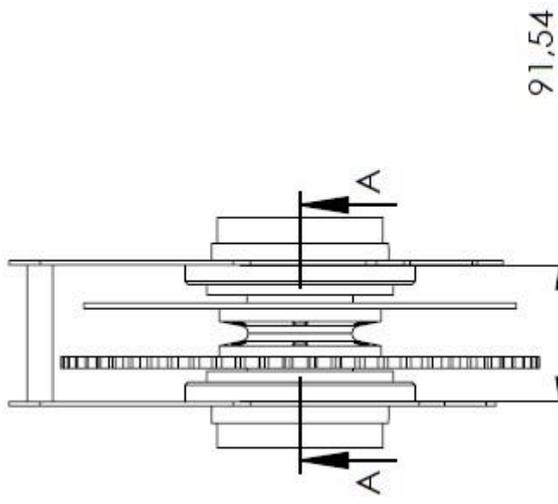
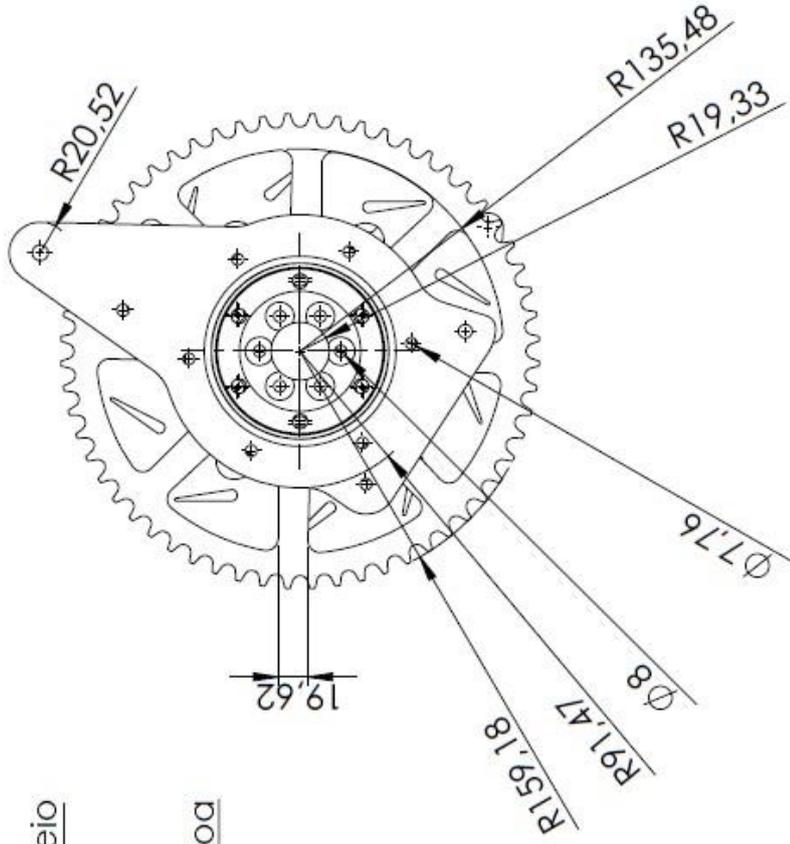
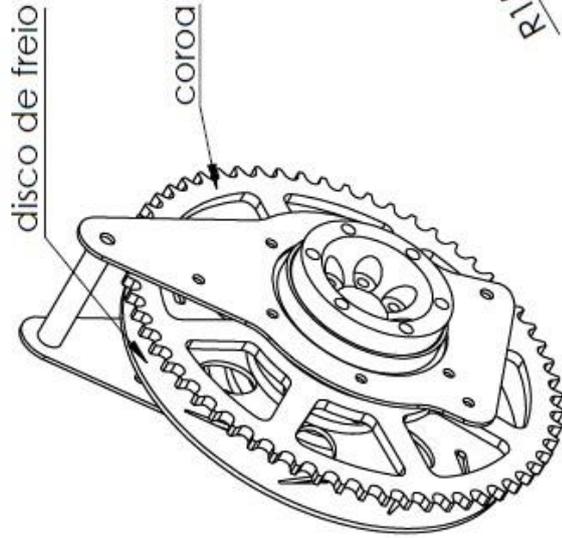
MATRÍCULA: **13/0099481**

**MOJAVE**

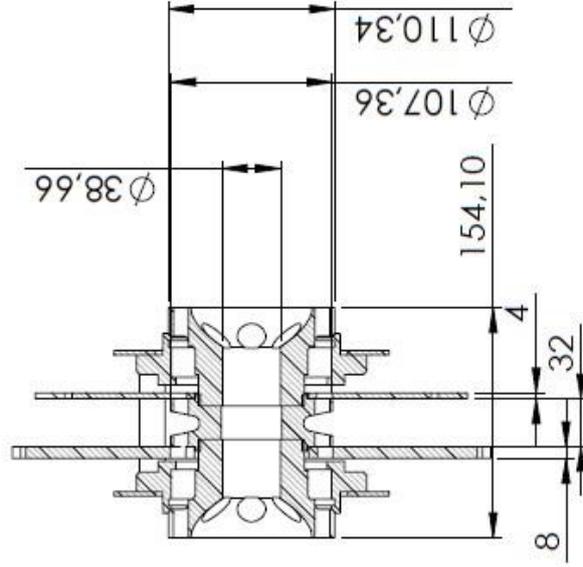
PARTE: **Central traseira  
(coroa, d.freio)**

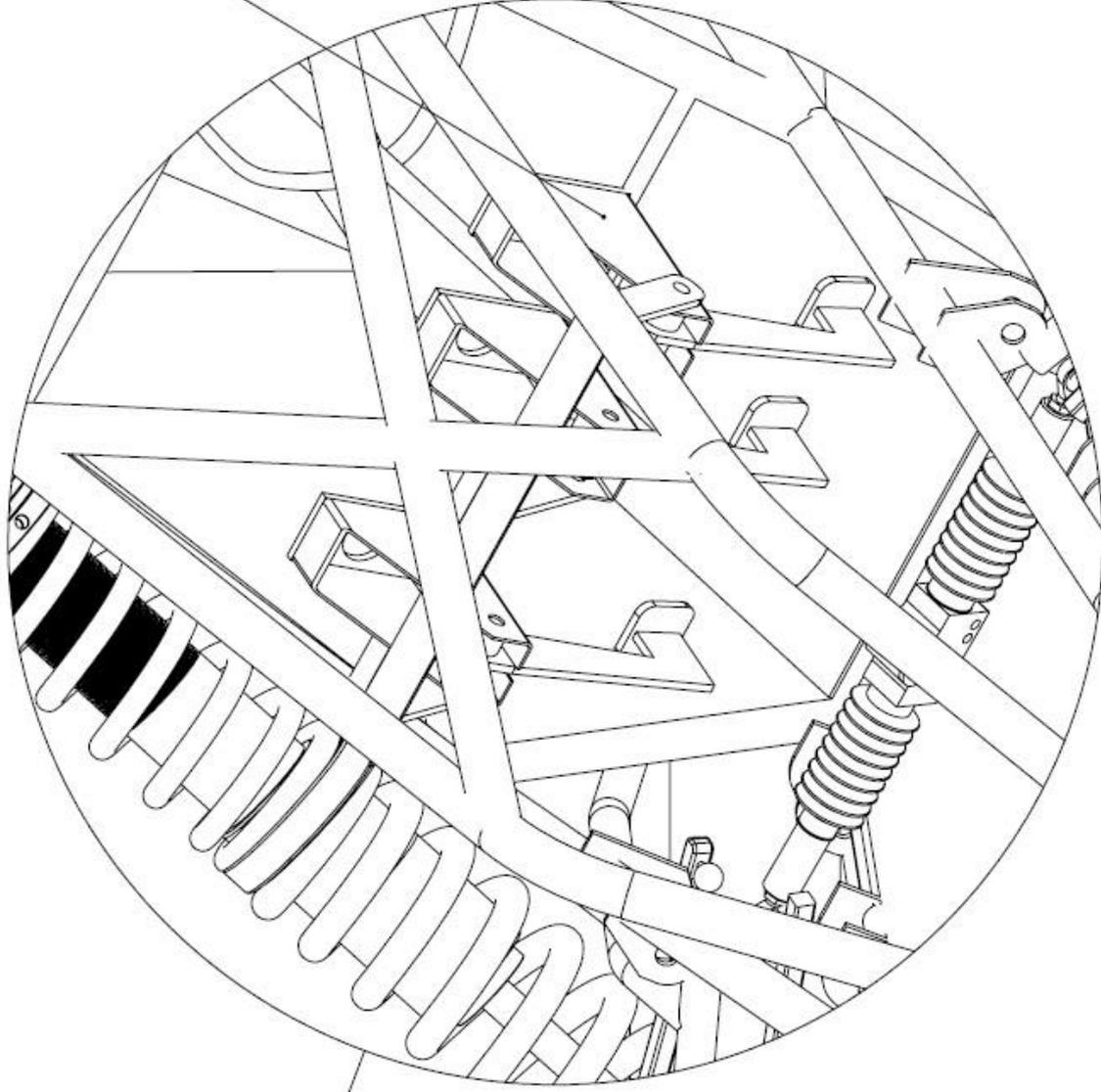
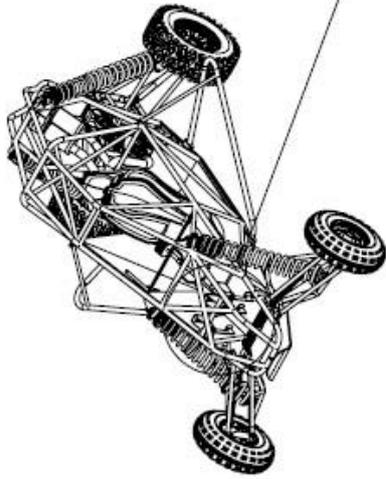
Nº: **1/1**

UNIDADE:  
Milímetro



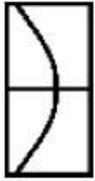
SEÇÃO A-A





caixa de pedal

INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação -**

**Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone**

**Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

PARTE: Sistema de Pedais  
(local)

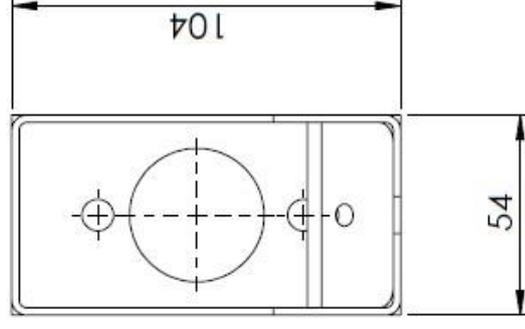
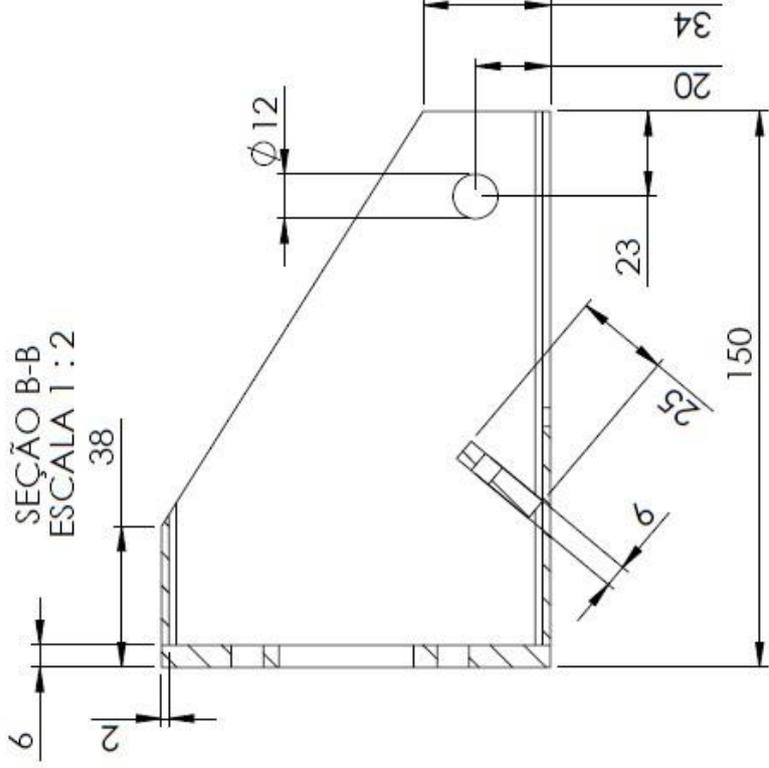
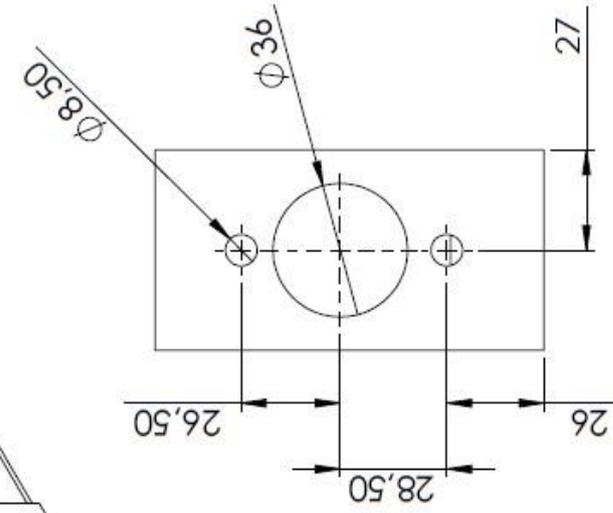
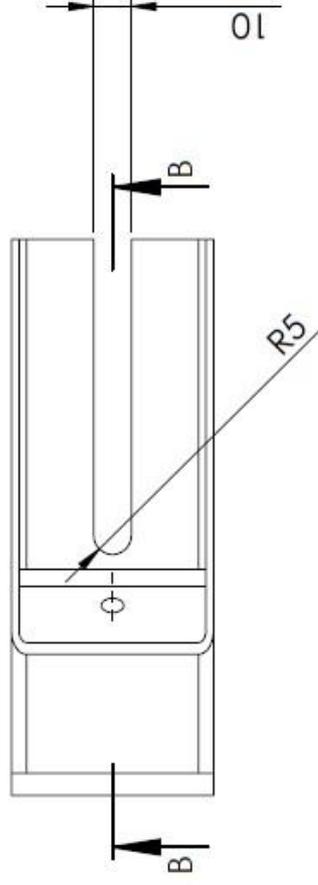
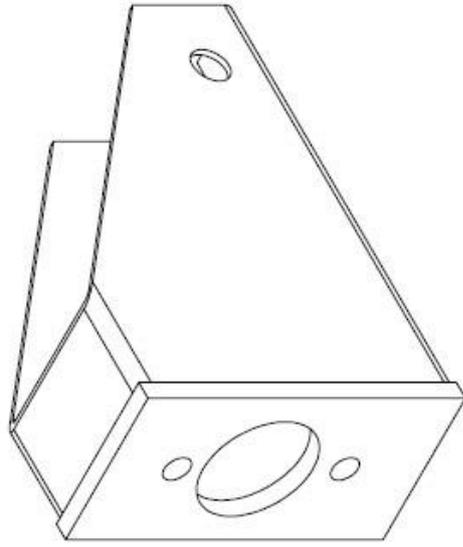
Nº:

**1/1**

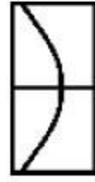
UNIDADE:

**Milímetro**

**MOJAVE**



INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação -  
Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone  
Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

**MOJAVE**

PARTE: **Caixa de pedal**

Nº:

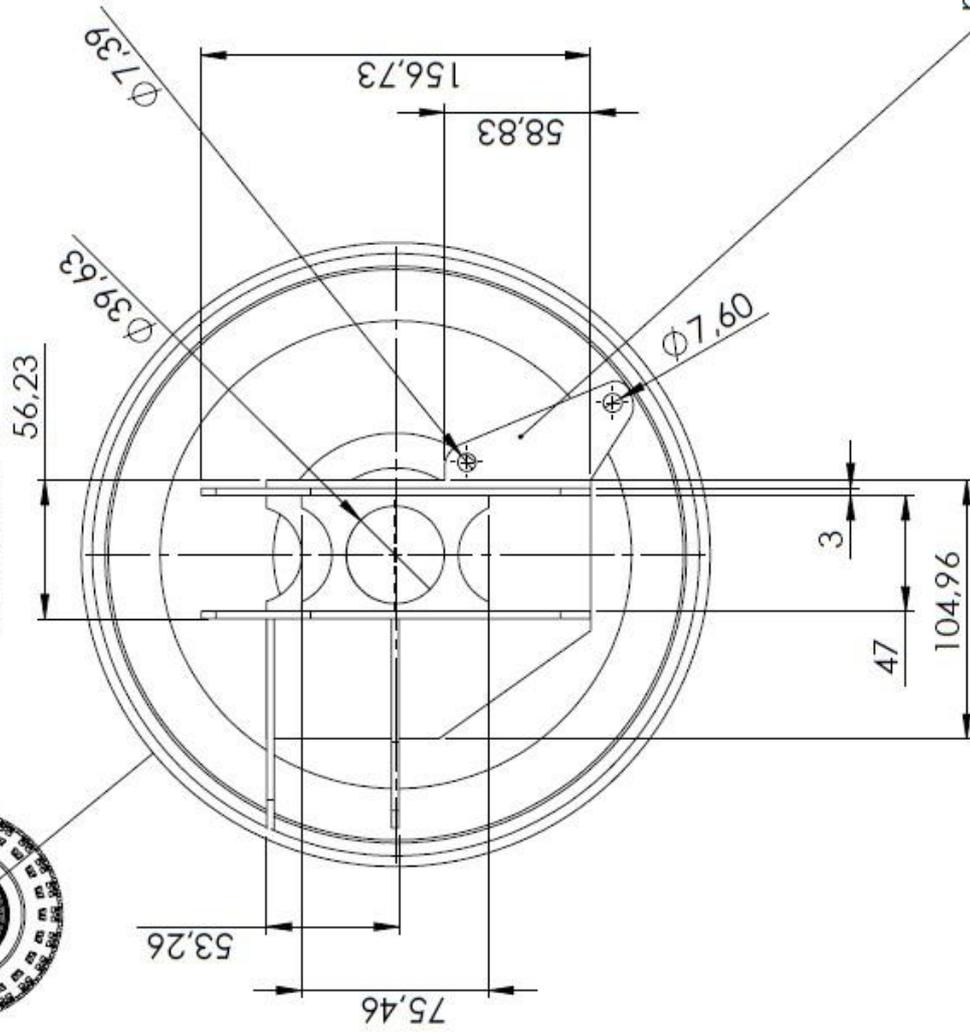
**1/1**

UNIDADE:  
**Milímetro**

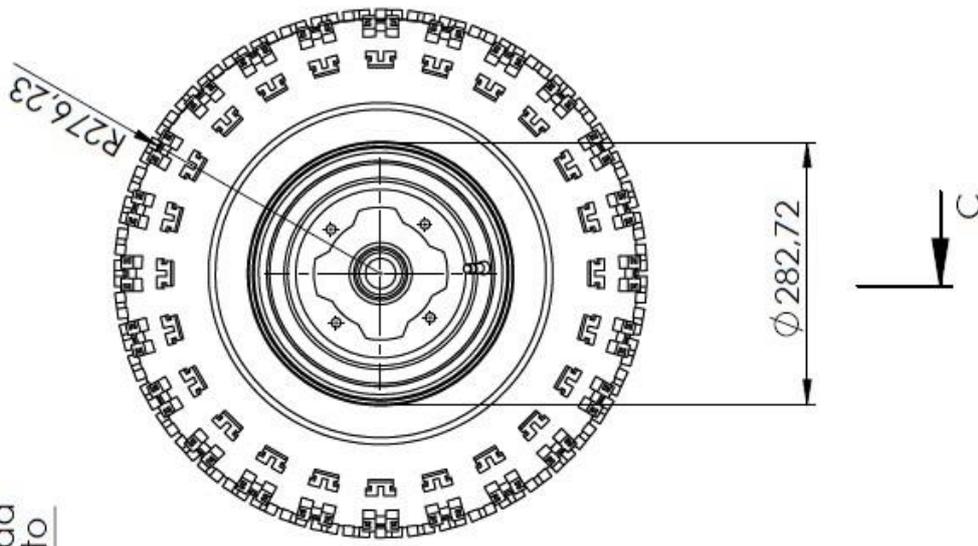




DETALHE D  
ESCALA 1 : 3

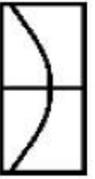


cubo de roda  
c/ rolamento



manga de eixo

INSTITUIÇÃO



UnB

DISCIPLINA: **Diplomação -  
Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone  
Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

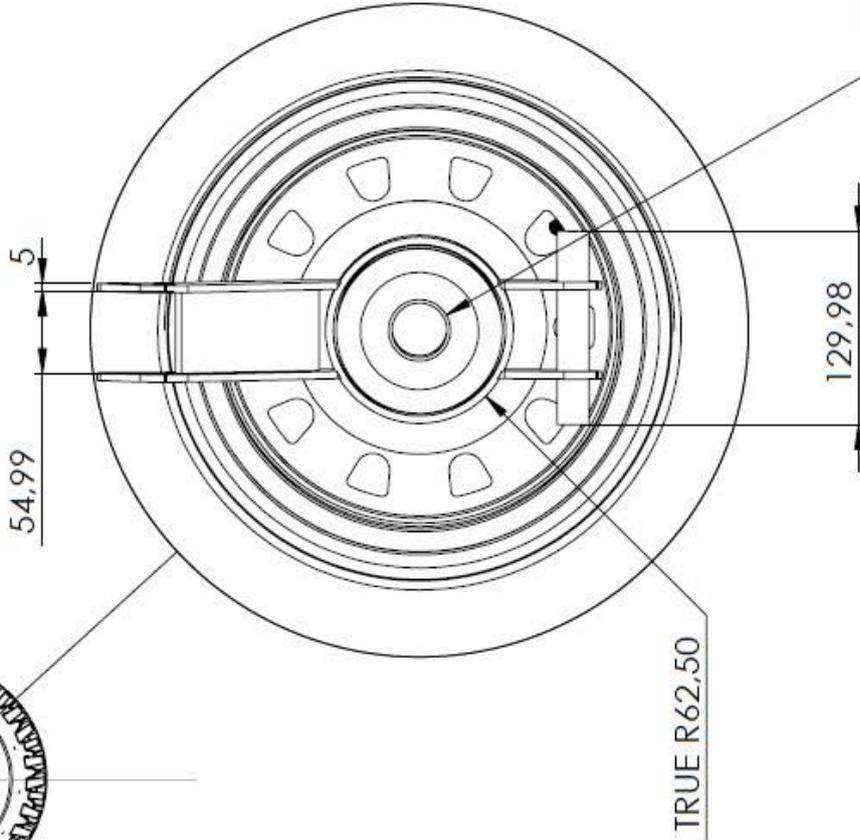
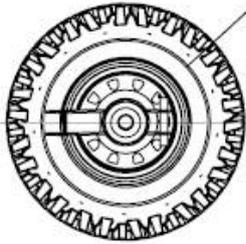
**MOJAVE**

PARTE: **Manga de eixo  
e cubo**

Nº: **1/1**

UNIDADE:  
**Milímetro**

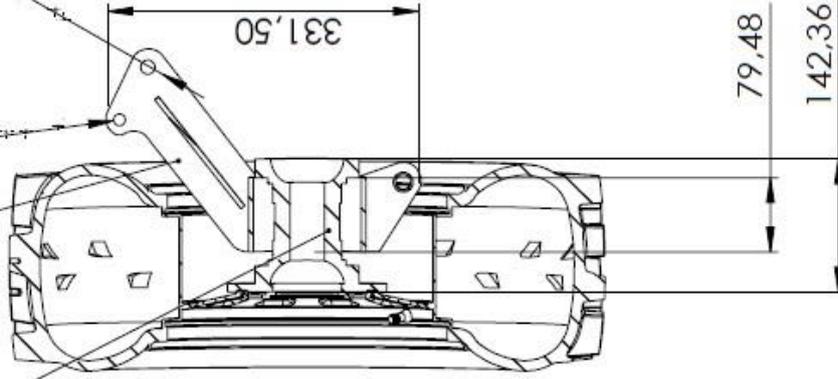
DETALHE A  
ESCALA 1:5



SEÇÃO C-C  
ESCALA 1:8

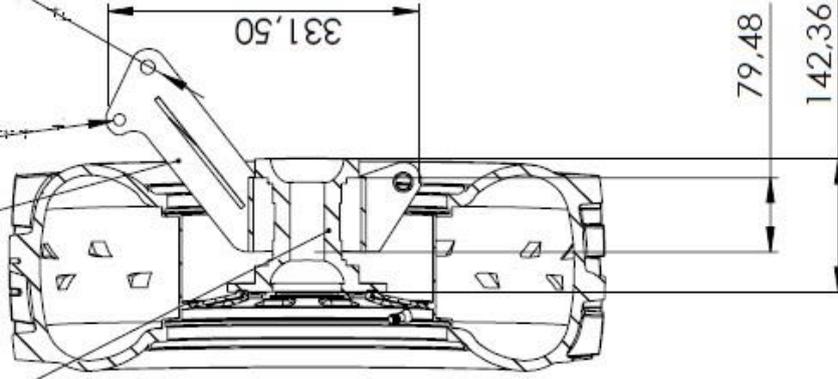
manga de eixo

cupo



TRUE R6,36

TRUE R18

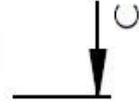


TRUE R174,30

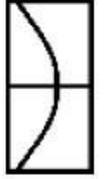
TRUE R7,14

634,64

TRUE R20,65



INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação -  
Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone  
Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

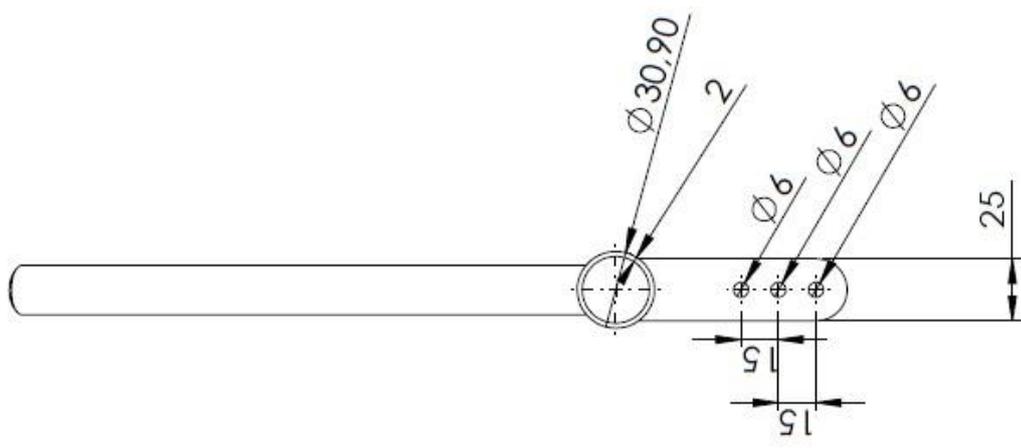
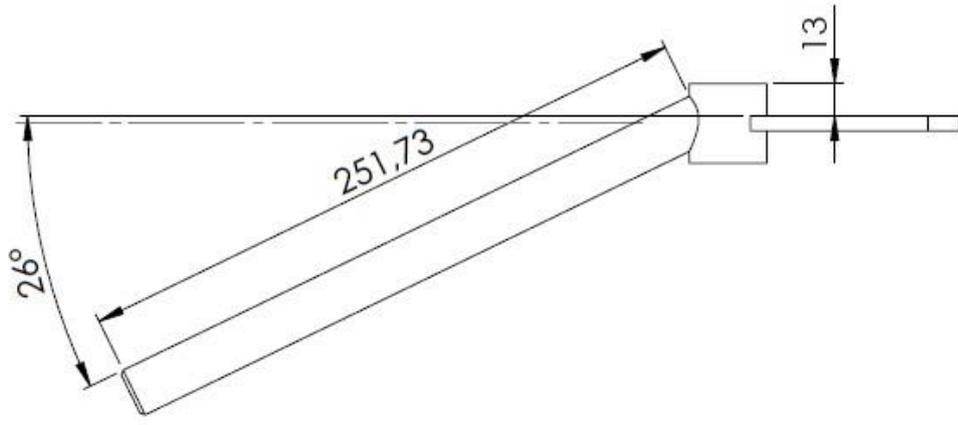
**MOJAVE**

PARTE: **Manga de eixo  
traseiro**

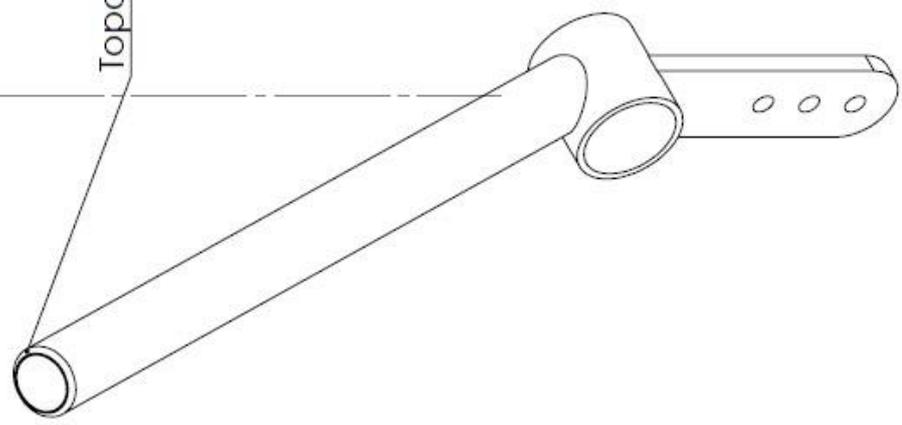
Nº:

**1/1**

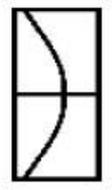
UNIDADE:  
Milímetro



Topo chanfrado



INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação - Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

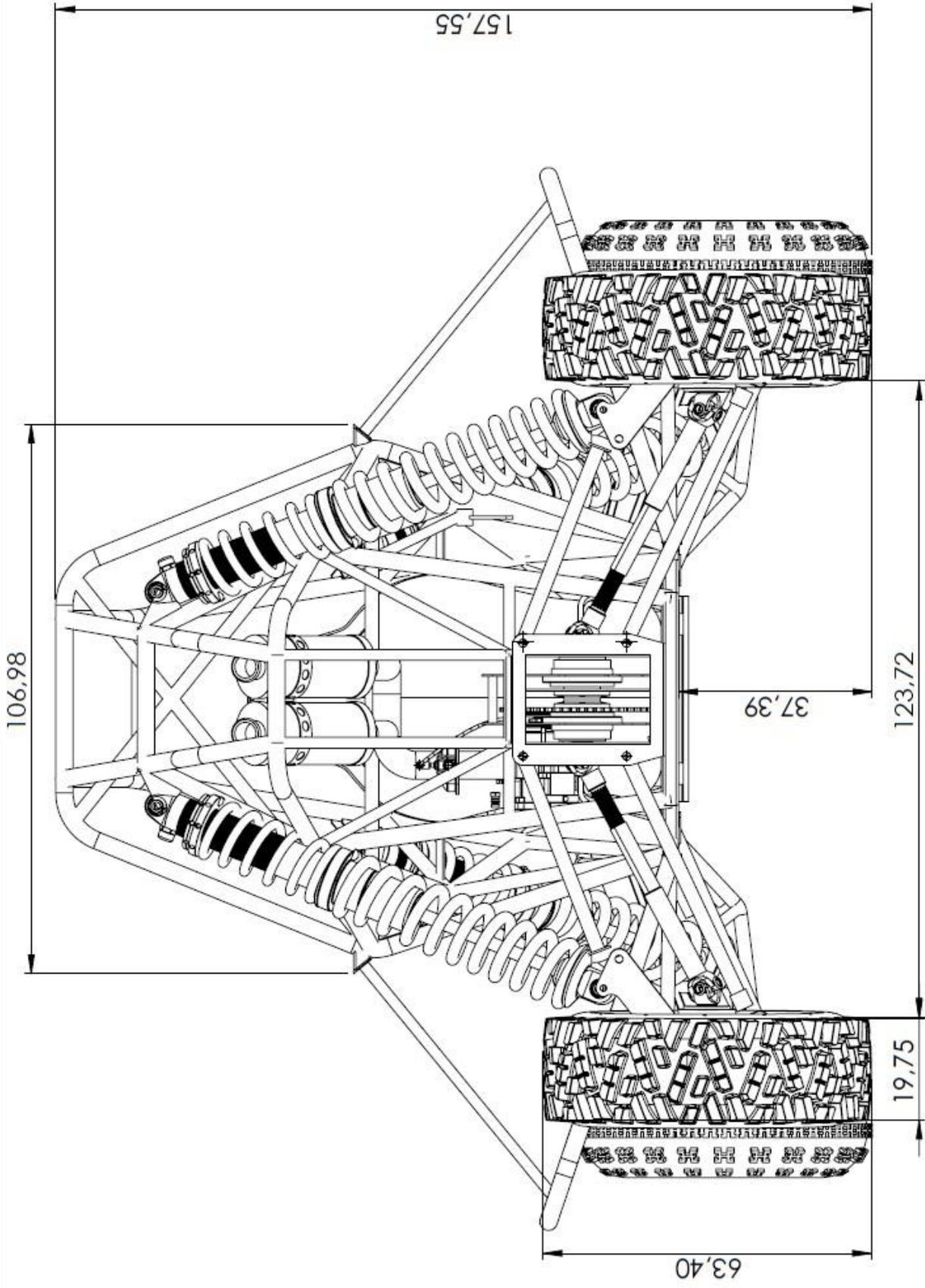
PARTE: **Alavanca de Câmbio**

Nº:

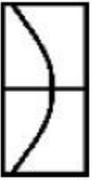
**1/1**

UNIDADE: **Milímetro**

**MOJAVE**



INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação - Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

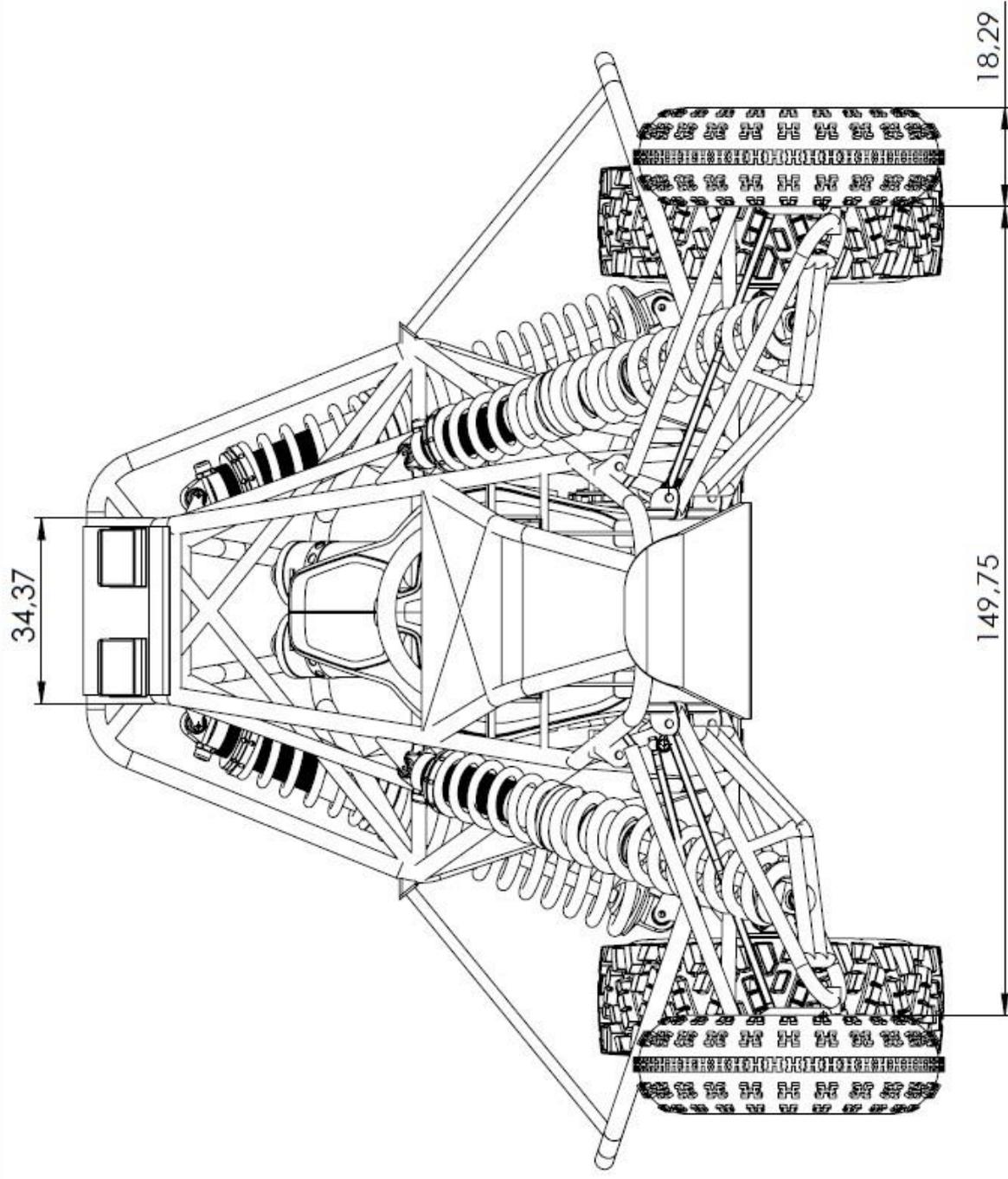
**MOJAVE**

PARTE: **Carro: dimensões gerais**

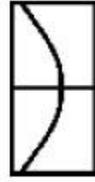
Nº:

**1/1**

UNIDADE: **Centímetro**



INSTITUIÇÃO



**UnB**

DISCIPLINA: **Diplomação -  
Projeto de Produto**

ALUNO:

**Alefe Lima**

ORIENTAÇÃO: **Symone  
Jardim**

MATRÍCULA: **13/0099481**

**MOJAVE**

PARTE: **Carro: dimensões  
gerais - frente**

Nº:

**1/1**

UNIDADE:  
centímetro