

# Relatório Inicial

## EEP Baja 4x4 (2024)



**EEP**  
**BAJA**

---

**ESCOLA DE ENGENHARIA DE PIRACICABA**

Capitão: Lucas C. Ribeiro

Professores orientadores:

## Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	1
<b>2. Gestão</b> .....	2
<b>2.1 Professor orientador</b> .....	3
<b>2.2 Capitão</b> .....	3
<b>2.3 Diretor estratégico</b> .....	3
<b>2.4 Diretor Operacional</b> .....	3
<b>2.5 Diretor Tático</b> .....	3
<b>2.6 Gerente de desenvolvimento</b> .....	4
<b>2.7 Coordenadores e Membros</b> .....	4
<b>2.8 Gerenciamento dos projetos</b> .....	4
<b>2.9 Gerenciamento de membros</b> .....	5
<b>2.10 Gerenciamento Financeiro</b> .....	6
<b>3.0 Marketing e Financeiro</b> .....	6
<b>3.1 Desenvolvimento do Marketing da empresa</b> .....	6
<b>3.2 Desenvolvimento de marketing com as empresas</b> .....	7
<b>3.3 Financeiro</b> .....	8
<b>4 Design e Ergonomia</b> .....	8
<b>5 Suspensão e Direção</b> .....	9
<b>5.1 Dinâmica vertical e lateral</b> .....	9
<b>5.2 Geometria</b> .....	9
<b>5.3 Configuração</b> .....	10
<b>5.4 Amortecedores</b> .....	17
<b>5.5 Terminais rotulares</b> .....	17
<b>5.6 Mangas de eixo:</b> .....	17
<b>6 Freio</b> .....	18
<b>6.1 Pedal de freio e balance bar</b> .....	18
<b>6.2 Cilindro Mestre</b> .....	19
<b>6.3 Linha de freio</b> .....	19
<b>6.4 Freio de estacionamento</b> .....	20
<b>6.5 Pinças de freio</b> .....	20
<b>6.6 Disco de freio</b> .....	21
<b>7 Eletrônica</b> .....	22
<b>7.1 Luz de freio</b> .....	22
<b>7.2 Chaves Geral (Mata motor)</b> .....	23
<b>7.3 Baterias</b> .....	23

7.4 Dispositivos de proteção contra sobrecorrente.....	24
7.5 Sistemas de Instrumentação .....	24
7.5.1 Nível crítico de combustível .....	24
7.5.2 Velocímetro .....	24
7.5.3 Temperatura do CVT .....	25
7.5.4 PCB integrada .....	25
7.6 Display .....	26
7.7 Microcontrolador .....	26
7.8 Código (Programa) .....	26
8 Cálculo Estrutural .....	26
9 Powertrain.....	28
9.1 Dados iniciais .....	28
9.2 Relações de transmissão .....	30
9.3 Gráficos .....	31
9.4 Dados de entrada.....	33
9.5 Verificações.....	35
9.6 Dados de entrada.....	39
9.6.1 Momento fletor no plano horizontal .....	40
9.6.2 Cálculo a estática .....	41
9.6.3 Cálculo a fadiga .....	41
9.6.4 Especificações finais .....	42
9.7 Dimensionamento do segundo eixo.....	42
9.7.1 Dados de entrada .....	42
9.7.2 Momento fletor no plano vertical .....	42
9.7.3 Momento fletor no plano horizontal .....	43
9.8 Dimensionamento 3º eixo.....	43
9.8.1 Momento fletor no plano vertical .....	44
9.8.2 Momento fletor no plano horizontal .....	44
9.9 – Sistema 4x4 2WD.....	45
10 – Conclusões .....	46

<b>Figura 1 - Hierarquia EEP BAJA</b> .....	2
<b>Figura 2 - Painel de gerenciamento de projetos</b> .....	4
<b>Figura 3 - Controle de tarefas</b> .....	5
<b>Figura 4 - Análise de integrantes</b> .....	5
Figura 5 - Ganhos por estilo de patrocínio .....	7
<b>Figura 6 - Valores dimensionais de dinâmica lateral</b> .....	9
<b>Figura 7 - Valores dimensionais da dinâmica lateral</b> .....	9
<b>Figura 8 - Variação de cambagem da roda dianteira</b> .....	10
<b>Figura 9 - Variação de cambagem da roda traseira</b> .....	10
<b>Figura 10 - Variação de convergência da roda traseira</b> .....	10
<b>Figura 11 - Fórmula 1</b> .....	11
<b>Figura 12 - Ângulos de esterçamento</b> .....	11
<b>Figura 13 - Propriedades de força de compressão do pneu</b> .....	12
<b>Figura 14 - Fórmula força lateral</b> .....	12
<b>Figura 15 - Explicação da fórmula</b> .....	12
<b>Figura 16 - Forças laterais</b> .....	13
<b>Figura 17 - Comutação de modelo</b> .....	13
<b>Figura 18 - Gráficos</b> .....	13
<b>Figura 19 - Força lateral</b> .....	14
<b>Figura 20 - Ângulo de deslizamento</b> .....	14
<b>Figura 21 – Gradiente de Sub viragem</b> .....	15
<b>Figura 22 - Fórmula</b> .....	15
<b>Figura 23 - Fórmula</b> .....	15
<b>Figura 24 - Fórmula</b> .....	15
<b>Figura 25 - Carga do angulo com a velocidade</b> .....	16
<b>Figura 26 - Sub esterçamento</b> .....	16
<b>Figura 27 - Velocidade Crítica</b> .....	17
<b>Figura 28 - Manga dianteira</b> .....	17
<b>Figura 29 - Cubo dianteiro</b> .....	17
<b>Figura 30 - Montagem com freio</b> .....	18
<b>Figura 31 - Montagem completa com pneu</b> .....	18
<b>Figura 32 - Balance Bar</b> .....	19
<b>Figura 33 - Desenho 3D pedal de freio</b> .....	19
<b>Figura 34 - Tabela de comparação</b> .....	19
<b>Figura 35 - Desenho da linha de freio</b> .....	20
<b>Figura 36 - Freio de mão</b> .....	20
<b>Figura 37 - Tabela de comparação</b> .....	21
<b>Figura 38 - Tabela de comparação</b> .....	22
<b>Figura 39 - Disco de freio em 3D</b> .....	22
<b>Figura 40 - Circuito impresso</b> .....	25
<b>Figura 41 Matriz de decisão</b> .....	27
<b>Figura 42 Chassi montado</b> .....	27
<b>Figura 43 Chassi montado</b> .....	27
<b>Figura 44 Código de cores</b> .....	28
<b>Figura 45 Dados iniciais</b> .....	28
<b>Figura 46 dados de dinamômetro (B&amp;S Série 19 desgovernado)</b> .....	29
<b>Figura 47 Curvas de Torque e Potência em Função da Rotação (B&amp;S Série 19)</b> .....	29
<b>Figura 48 Cálculos de relações</b> .....	30



Figura 49 Cálculos de relações .....	30
Figura 50 Índice .....	30
Figura 51 Número de Pares de Engrenagens .....	30
Figura 52 Cálculos Pares de Engrenagens .....	31
Figura 53 Cálculos pares de engrenagens .....	31
Figura 54 Tabelas do gráfico .....	31
Figura 55 - Fórmulas tabela gráficos .....	31
Figura 56 Relações .....	32
Figura 57 Coeficientes de Penetração Aerodinâmica .....	32
Figura 58 Coeficientes de Penetração Aerodinâmica .....	32
Figura 59 Dados iniciais para dimensionamento .....	33
Figura 60 Dados iniciais para dimensionamento .....	33
Figura 61 Dados iniciais para dimensionamento .....	33
Figura 62 Tipos de Construção .....	33
Figura 63 Determinação do módulo .....	Erro! Indicador não definido.
Figura 64 Determinação do módulo .....	34
Figura 65 Coeficiente de Forma de Dubbel .....	34
Figura 66 Coeficiente de Viscosidade .....	34
Figura 67 Coeficiente de Viscosidade .....	34
Figura 68 Fórmula .....	35
Figura 69 Fator de Sobrecarga .....	35
Figura 70 Erros de Fabricação .....	35
Figura 71 Fator de Concentração de Tensões .....	35
Figura 72 Coeficiente da forma de Lewis para a coroa Z2 .....	36
Figura 73 Fator de Aplicação .....	36
Figura 74 Fator de Velocidade .....	36
Figura 75 Contas e variáveis .....	36
Figura 76 Contas e variáveis .....	37
Figura 77 Contas e variáveis .....	37
Figura 78 Verificação pela equação de Lewis .....	37
Figura 79 Tensões Admissíveis (Equação de Lewis) .....	37
Figura 80 Verificação pelo método de Hertz .....	37
Figura 81 Tensões Admissíveis (Método de Hertz) .....	38
Figura 82 Especificações .....	38
Figura 83 Especificações .....	38
Figura 84 - Dados de entrada .....	39
Figura 85 Eixo 1 .....	39
Figura 86 Fórmulas .....	39
Figura 87 Fórmulas .....	39
Figura 88 Fórmulas .....	39
Figura 89 Diagrama de esforço .....	40
Figura 90 Momento fletor .....	40
Figura 91 Diagrama de esforço .....	41
Figura 92 Cálculo .....	41
Figura 93 Cálculo .....	41
Figura 94 Variável .....	42
Figura 95 Segundo eixo .....	42
Figura 96 Momento fletor 2º eixo .....	42

<b>Figura 97 Diagrama de esforço .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 98 3° eixo .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 99 Diagrama de esforço 3° eixo .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 100 Diagrama de esforço .....</b>	<b>44</b>

## **1. Introdução**

Este relatório foi desenvolvido para documentar todos os passos e orientações que a equipe EEP Baja vem desenvolvendo para o novo protótipo baja 4x4.

Este relatório será dividido em duas partes, uma será a parte teórica, onde está documentado todos os passos que cada área pesquisou e desenvolveu para o início de cada projeto. A parte prática será no formato em que montamos o protótipo e os resultados obtidos em testes realizados pela equipe após a montagem completo do protótipo, com o intuito de comprovar que nosso Baja está apto para participar das competições da SAE Internacional.

Para ciência de todos, vale a pena ressaltar de que cada protótipo pode participar das competições SAE Brasil somente por 2 anos, ou 4 competições, após este prazo a equipe deve desenvolver um novo protótipo com o intuito de incentivar os futuros engenheiros a estudarem e desenvolverem novos projetos assim como um novo chassi.

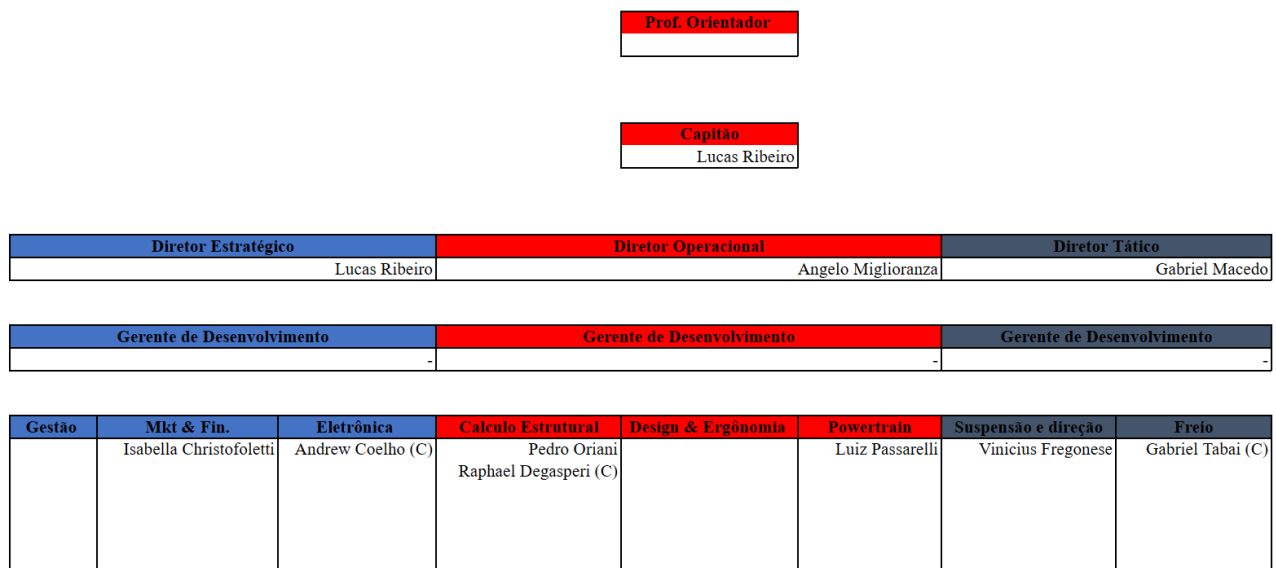
Outra questão a ser citada é que o nosso último protótipo desenvolvido em 2019 chegou ao fim das suas competições, assim surgiu a necessidade de desenvolvermos um novo protótipo. Com isso a SAE Brasil, está incentivando as faculdades a desenvolverem um Baja 4x4, pois somente eles podem participar da competição SAE Internacional a partir de 2024. Neste caso, para as equipes que se desafiarem a fazer o projeto, uma pontuação extra é acrescentada. Portanto este é o motivo do projeto ser 4x4, um novo desafio para grandes conquistas.

Este relatório será desenvolvido separadamente por cada área, que são: Gestão, Marketing e Financeiro, Design e Ergonomia, Suspensão e Direção, Freio, Eletrônica, Cálculo estrutural e Powertrain.

## 2. Gestão

O trabalho da gestão envolve gerenciar tanto o desenvolvimento do projeto, como o desenvolvimento e melhoria de cada membro.

O primeiro ponto a ser desenvolvido pela gestão é a hierarquia, onde é comandada por um capitão, que é o total responsável pela equipe na entrega dos projetos e nas competições participadas.



**Figura 1 - Hierarquia EEP BAJA**

Nossa hierarquia foi desenvolvida de forma que os professores orientadores e os diretores (por cada competição um diretor é nomeado a capitão, por isso é importante os três diretores estarem a frente da equipe) são os responsáveis por todo o contato entre equipe e faculdade, sendo que somente eles podem resolver os assuntos que envolvam a faculdade e a equipe.

Conforme na imagem acima, vamos explicar a função de cada setor da hierarquia.

## **2.1 Professor orientador**

Qualquer professor empregado na faculdade pode se voluntariar para ocupar a função. Não existe um número mínimo ou máximo para este cargo, até porque quanto mais professores orientando melhor para o desenvolvimento do projeto.

## **2.2 Capitão**

O capitão é o responsável total da equipe e a cada competição um dos três diretores é nomeado a capitão e após três competições novos diretores são nomeados, com o intuito de dar aos que se dedicam a oportunidade de mostrar seu desenvolvimento.

## **2.3 Diretor estratégico**

Como o próprio nome diz, ele é o responsável por toda a estratégia que a equipe vai adotar, desde os estudos de cada projeto, até a finalização, ele fará o controle de cada projeto, de cada membro com suas capacidades e desenvolvimentos a serem melhorados, para que todos os projetos possam ter a cada dia uma quantidade maior de estudo. Ele também é responsável por toda parte de documentação da equipe, inscrição, associação, etc.

## **2.4 Diretor Operacional**

O diretor operacional, busca desenvolver estudos e formas de cada operação, envolvendo todo o processo de montagem do protótipo. Ele orientará cada área perante o formato de montagem de cada projeto, envolvendo ferramentas, processos de montagem, treinamentos de montagem, regulagem total do protótipo, etc.

## **2.5 Diretor Tático**

O diretor tático, busca a entender e desenvolver as táticas a serem aplicadas no protótipo, auxiliando na condução de como o projeto pode ser desenvolvido, quais são as vantagens e desvantagens, estudo aprofundado de cada área para entender a necessidade e quais vão ser as escolhas primordiais para conseguir um protótipo leve, barato e eficaz.

## 2.6 Gerente de desenvolvimento

Foram separados três gerentes de desenvolvimento, onde sua função é estar a par de todo o desenvolvimento e gerenciamento das tarefas das áreas destinadas. O intuito do gerente, além do gerenciamento de áreas e pessoas, é estar a par de todo o estudo e teorias recolhidas por cada área, sendo importante ressaltar que o gerente de desenvolvimento precisa estar sempre buscando conhecimento paralelos ao estudado, pois ele ajudará na avaliação, orientação e no desenvolvimento de cada projeto destinado a ele.

## 2.7 Coordenadores e Membros

O coordenador e o responsável por estar desenvolvendo os projetos de maior importância, ele terá que sempre estar atualizado e estudando para o desenvolvimento e aprimoramento de sua área. Ele será o responsável por destinar juntamente com o diretor estratégico, qual projeto que cada membro irá receber, de acordo com a sua capacidade e comprometimento. O membro é aquele que recebe suas atividades, seja ela de projeto ou estudos, para que possa estar iniciando seus estudos e aprendendo mais sobre a área que ele escolheu.

## 2.8 Gerenciamento dos projetos.

Os diretores farão o desenvolvimento de cada etapa em que cada projeto do subsistema irá passar. O intuito deste gerenciamento é acompanhar a entrega do projeto dentro da data estimada, e quais foram os detalhes obtidos através daquela etapa.

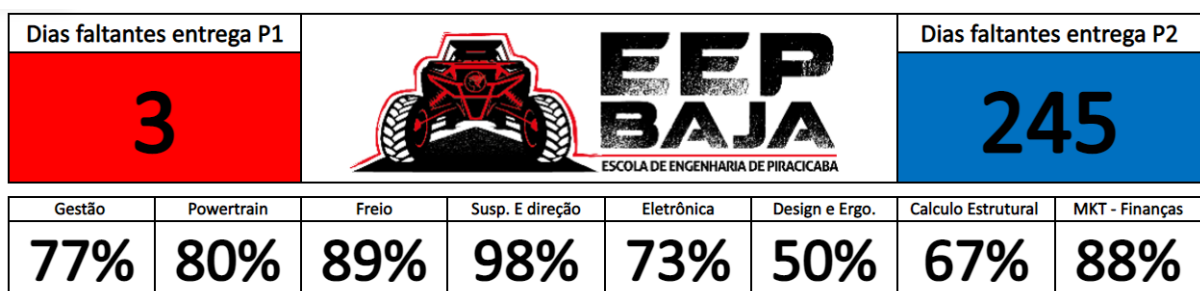


Figura 2 - Painel de gerenciamento de projetos

Conforme imagem acima, este é o painel geral, onde os diretores, professores e orientadores acompanham e entendem como cada área está se desenvolvendo dentro do prazo estimado.


			Master List			TOTAL	ÁREA:	Powertrain	ATT.	HOJE
Controle de Projetos						80%	RESP:	Bruno	18/03/23	15/05/23
PROJETO	RESPONSÁVEL	STATUS	PREV. INÍCIO	PREV. FIM	DURAÇÃO	INÍCIO REAL	FIM REAL	DURAÇÃO	ADIANT. (+) ATRASO (-)	OBSERVAÇÃO
Revisão de projeto	Bruno	80%	04/03/23	14/05/23	71	04/03/23		72	-1	DT. FIN. ATRASADA
Pesquisa de mercado Diferencial	Bruno	100%	04/03/23	18/03/23	14	04/03/23	18/03/23	14	0	CONCLUÍDO
Desenvolvimento diferencial	Bruno	100%	18/03/23	24/03/23	6	18/03/23	24/03/23	6	0	CONCLUÍDO
Conclusão do projeto do diferencial	Bruno	100%	24/03/23	25/03/23	1	24/03/23	04/04/23	11	-10	CONCLUÍDO
Pesquisa do Semieixos	Bruno	100%	04/03/23	25/03/23	21	04/03/23	25/03/23	21	0	CONCLUÍDO
Desenvolvimento semieixos	Bruno	100%	18/03/23	24/03/23	6	25/03/23	01/04/23	7	-8	CONCLUÍDO
Conclusão semieixos	Bruno	100%	24/03/23	22/04/23	29	24/03/23	22/04/23	29	0	CONCLUÍDO
Pesq. capa do CVT	Bruno	100%	04/03/23	25/03/23	21	04/03/23	29/04/23	56	-35	CONCLUÍDO
Pesquisa da caixa de redução	Luiz	100%	04/03/23	18/03/23	14	04/03/23	18/03/23	14	0	CONCLUÍDO
Des. caixa de redução (Cálculos)	Luiz	75%	18/03/23	03/05/23	46	18/03/23		58	-12	DT. FIN. ATRASADA
Teste de Escape do motor	Angelo	0%	29/04/23	30/04/23	1					DT. IN. ATRASADA
Des. Inic. Relatório	Todos	0%	30/04/23	14/05/23	14				-15	DT. IN. ATRASADA

Figura 3 - Controle de tarefas

Conforme na imagem acima, podemos entender o nome do projeto, ou atividade indicada a cada integrante do subsistema, com identificação do responsável e quais foram suas taxas de entrega perante a data estimada. No fim de cada processo, o diretor estratégico busca avaliar os motivos pelos quais houve atraso na entrega ou o projeto foi entregue com antecedência.

## 2.9 Gerenciamento de membros

Algo que é muito importante para o desenvolvimento da equipe, é que os diretores junto aos professores orientadores, possam entender os pontos fortes e fracos, pontos que podem melhorar, além de comprometimento e capacitação. Para isso foi desenvolvido uma tabela onde gerenciamos o comprometimento dos integrantes, fazemos uma análise com a porcentagem de entregas do projeto destinado e fazemos uma análise do integrante, para ações possam ser tomadas, desde um elogio até um auxílio em estudos dos desenvolvimentos, conforme na imagem abaixo.


												
Nome	Comprometimento (%)	30/04/2023	01/05/2023	06/05/2023	07/05/2023	13/05/2023	20/05/2023	21/05/2023	27/05/2023	28/05/2023		
Legenda: (F = FALTA; P = PRESENÇA; J = FALTA JUSTIFICADA)		Abril		Maio								
Andrew Gabriel da Silva Coelho	67%	F	F	J	J	J						
Angelo Lago Miglioranza	100%	P	P	J	J	P						
Gabriel de Macedo Baptista	83%	P	F	J	J	P						
Gabriel Tabai Jacobino	83%	J	F	J	J	P						
Lucas Cardoso Ribeiro	100%	P	P	J	J	P						
Raphael Henrique Degasperri	83%	J	F	J	J	P						
Giovanna Dionísio	33%	F	F	J	J	F						
Pedro Oriani	50%	P	F	I	I	F						

Figura 4 - Análise de integrantes

Outra tarefa do gerenciamento de membros é captar todas as informações do integrante, como documentos necessários para inscrição, associação para poder participar das competições, etc.

## **2.10 Gerenciamento Financeiro**

Um dos papéis mais importantes que envolve tanto a área de Gestão, quanto a área de Marketing, é o plano financeiro da equipe, onde nós definimos os materiais prioritários e vamos adquirindo conforme a disponibilidade de verba ou de patrocínio.

Esta divisão é feita em cada setor do Baja e dividimos por prioridades os itens postos na lista de compras pelos integrantes. O intuito é entendermos com maior antecedência o valor a ser arrecadado sendo ele através de patrocínio de valores, ou em descontos ou doações de peças e materiais, que por ser algo muito utilizado no processo, normalmente é descartado, ou alguns materiais que são de baixo custo que podem ser doados.

Com isso desenvolvemos a nossa primeira lista de compras dívida pelos meses seguintes, onde precisaremos de cada peça em cada determinado mês para que consigamos evoluir com o projeto. (Tabela Anexo 1)

## **3.0 Marketing e Financeiro**

Os setores de Marketing e Financeiro estão relacionados ao desenvolvimento social da empresa, e do controle de gastos e investimentos, para que consigamos entregar um Baja que consiga competir com outros veículos off road, ou ter um diferencial que faça com que o consumidor escolha nosso veículo ao invés de outros apresentados no mercado.

Ao separarmos mais esse setor, podemos descrever algumas categorias.

### **3.1 Desenvolvimento do Marketing da empresa**

O Marketing é uma área onde as pequenas e grandes empresas, buscam expor seu trabalho e suas vantagens, onde o intuito é fazer o consumidor se interessar pelo seu produto final. Com o enorme campo de desenvolvimento na área de Marketing as





Explicação para cada ganho:

Plus: Processo seletivo interno, exposição e apresentações da empresa;

Mimos: Garrafas, Canecas, Camisas e Bonés;

Eventos externos: exibição junto a equipe em ambientes externos, como feiras de profissões, exposição em escolas, competições, eventos automotivos, entre outros;

Adesivos no veículo: Aplicação de um ou mais adesivos;

Eventos internos: exposição junto a equipe em eventos que ocorrem dentro do campus da FUMEP/EEP;

Redes sociais / Banner: exibição em todas as nossas redes sociais, envolvendo uma quantidade e tipo de publicação, juntamente com agradecimentos pelo grande apoio.

### **3.3 Financeiro**

O setor Financeiro é o responsável pelo controle total do dinheiro, peças e doações, sendo tudo documentado por este setor, inclusive o que foi feito com o atributo ganho pelo patrocinador. Com isso teremos o controle de todos os ganhos e gastos da equipe, o tempo de duração de cada valor gasto, e quais são as datas em que precisaremos do valor atribuído por cada setor, assim teremos o total controle do nosso fluxo de caixa e do valor final do projeto pronto para ser comercializado, incluindo os valores fixos gastos pela equipe.

### **4 Design e Ergonomia**

O grande papel dos setores de Design e Ergonomia é dividido em duas questões, nas quais o Design envolve buscar algo que ajude na aerodinâmica do protótipo e seja atrativo para os olhos do consumidor, pois além de todas as vantagens e preço, algo que podemos ter é um bom Design, envolvendo toda a carenagem e a frente do protótipo, incluído o teto, pois buscamos deixar o protótipo com uma “cara” bem off road para que seja um diferencial na hora da compra.

O papel da Ergonomia envolve estudos aplicados no banco, volante e pedais de acelerado e freio do veículo. O intuito dos estudos é que o consumidor tenha um total conforto ao se sentar e se manter por um determinado tempo, possa manter os seus pés em uma posição confortável onde não afete as juntas e circulação de sangue, e os braços e mãos, que estarão a todo o momento em uma posição segurando o volante. Esses estudos envolvem também Design que pode dar dicas de estilos, assim como o Marketing que pode ser apresentado com um diferencial do produto, no qual o consumidor poderá utilizar o protótipo em perfeitas condições de uso.

## 5 Suspensão e Direção

O setor de suspensão e direção, envolve o desenvolvimento de toda parte de amortecimento do protótipo, onde o intuito é passar por obstáculos desafiadores, ou até mesmo inclinações de 45°, condicionando a área a desenvolver um bom sistema onde a suspensão e a direção tralhem juntos para entregar o melhor resultado.

### 5.1 Dinâmica vertical e lateral

O conjunto de suspensão obteve novas metas: um curso de roda dianteira de 250mm para melhoria na transposição de obstáculos, baseado na necessidade de absorção de impacto frontal. Para validação das metas, o veículo seria testado em ambientes com troncos de 0,6 m de diâmetro, aclives com 48° de inclinação e 8 metros de comprimento, travessias em lama de 0,4 m de profundidade curvas com raio mínimo de 1,6 m (medido a partir da roda dianteira interna).

### 5.2 Geometria

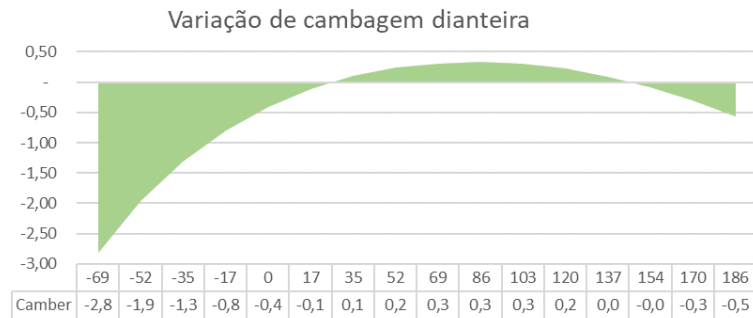
Foram escolhidos o modelo Duplo A para a dianteira com ancoragem do amortecedor nos braços superiores devido a presença de um semieixo entre as bandejas, e Tri-link para a traseira. Para a caixa de direção, foi escolhido o sistema Pinhão-Cremalheira, o qual será projetado pela equipe e fabricado internamente. Para todas as análises abaixo nas tabelas X e Y, considera-se um piloto de 80 kg.

Massa do veículo com piloto	250 kg
Entre-eixos	1425 mm
Bitola dianteira	1210 mm
Bitola traseira	1110 mm
Massa suspensa do veículo	216 kg
Caster	12°
KPI	11°

Curso total da roda dianteira	254 mm
Razão de instalação dianteira	0.60
Curso total da roda traseira	202 mm
Razão de instalação traseira	0.75
Razão de amortecimento dianteiro	2.6 kg.f/mm
Razão de amortecimento traseiro	3.0 kg.f/mm
Rigidez de rolagem dianteira	11.6 kg.f.m/° rol.
Rigidez de rolagem traseira	17.8 kg.f.m/° rol.

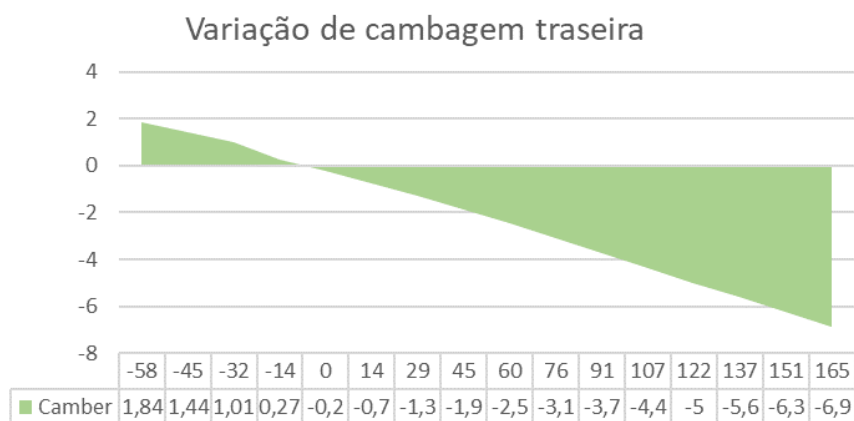
### 5.3 Configuração

Na suspensão dianteira, a prioridade do projeto foi o controle da variação de cambagem durante o regime de compressão do amortecedor. Abaixo, a figura 8 demonstra o comportamento da cambagem em relação ao curso da roda dianteira.

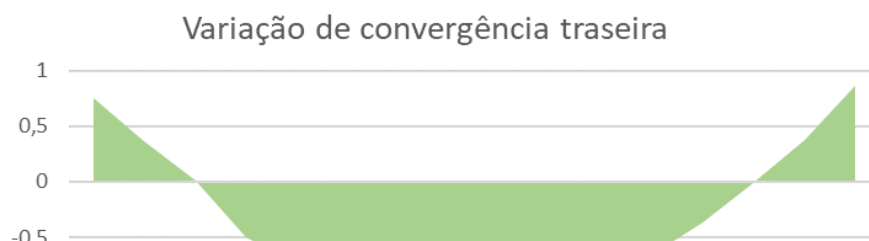


**Figura 8 - Variação de cambagem da roda dianteira**

Para a suspensão traseira, a prioridade do projeto foi controlar a variação da convergência, para minimizar perdas de manobrabilidade do veículo. Para isso, foi necessário tolerar o aumento de variação de cambagem traseiro. Abaixo, as figuras 9 e 10 demonstram esse comportamento em relação ao curso da roda traseira.



**Figura 9 - Variação de cambagem da roda traseira**



Curva em baixa velocidade:

Gradiente de sub esterçamento: para a definição do gradiente de sub esterçamento foram utilizados os cálculos a seguir.

Ângulo de esterçamento: Importante os eixos perpendiculares as rodas se cruzarem no centro da curva e o raio deve estar colinear com o eixo traseiro.

Fórmulas utilizadas:

For proper geometry in the turn (assuming small angles), the steer angles are given by:

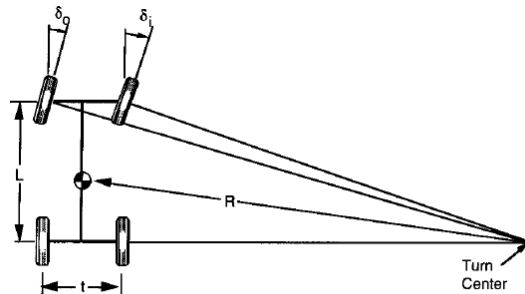
$$\delta_o \equiv \frac{L}{(R + t/2)} \quad (6-1)$$

$$\delta_i \equiv \frac{L}{(R - t/2)} \quad (6-2)$$

The average angle of the front wheels (again assuming small angles) is defined [2] as the Ackerman Angle:

$$\delta = L/R \quad (6-3)$$

**Figura 11 - Fórmula 1**



*Fig 6.1 Geometry of a turning vehicle.*

**Figura 12 - Ângulos de esterçamento**

A geometria correta gera o efeito Ackerman (grau de esterçamento externo – grau de esterçamento interno).

Caster - este interfere na força no volante que tende a aumentar juntamente com o ângulo de esterçamento até certo ponto, podendo passar a negativa, ou seja, as rodas fazendo força para dentro da curva e não contrário a ela, sendo uma característica ruim para o baja.

Qual ponto para passar a ser negativa? Caster negativo.

Como calcular esta força?

Curva em alta velocidade:

Forças laterais nos pneus:

Ângulo de deslizamento, é o ângulo entre o eixo colinear a roda e a direção de deslocamento da mesma.

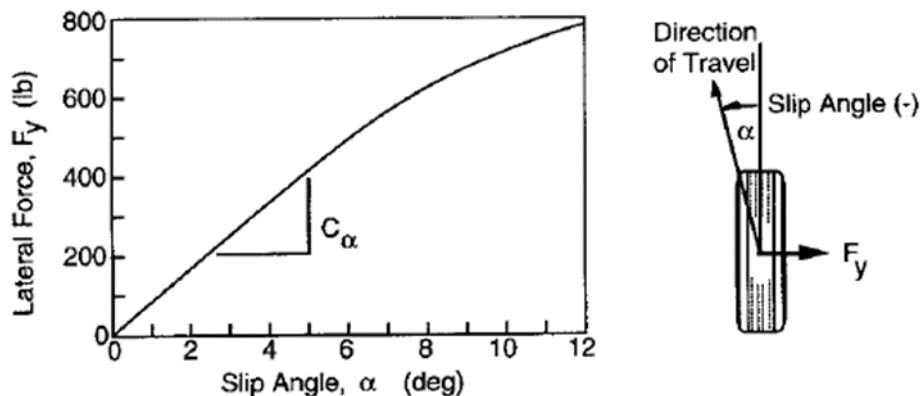


Fig. 6.2 Tire cornering force properties.

Figura 13 - Propriedades de força de compressão do pneu

Fórmulas:

$$F_y = C_\alpha \alpha$$

Figura 14 - Fórmula força lateral

$F_y$  - Força lateral;  $C$  - Coeficiente de rigidez a curva/torção;  $\alpha$  - Ângulo de deslizamento.

O coeficiente de rigidez a curva é a tangente da curva de  $F_y$  x  $\alpha$  quando  $\alpha$  é zero, pois até 5° seu comportamento é linear.

Muitas variáveis influenciam o Coeficiente de rigidez a curva, porém, os mais importantes são a pressão interna e a carga sobre o pneu.

Coeficiente de curva é a relação entre o coeficiente de rigidez a curva sobre a carga da roda.

$$CC_\alpha = C_\alpha / F_z \quad (\text{lb}_y / \text{lb}_z / \text{deg}) \quad (6-6)$$

Cornering coefficient is usually largest at light loads, diminishing continuously as the load reaches its rated value (Tire & Rim Association rated load [7]). At 100% load, the cornering coefficient is typically in the range of 0.2 (lb cornering force per lb load per degree of slip angle).

Em alta velocidade o raio de curva se torna muito maior que o entre eixos do veículo, desta forma podemos considerar ângulos de esterçamento menores, deixando assim, desprezível a diferença entre os ângulos da roda interna e externa. Desta forma, podemos representar o veículo com apenas duas rodas, considerando eixos diferentes.

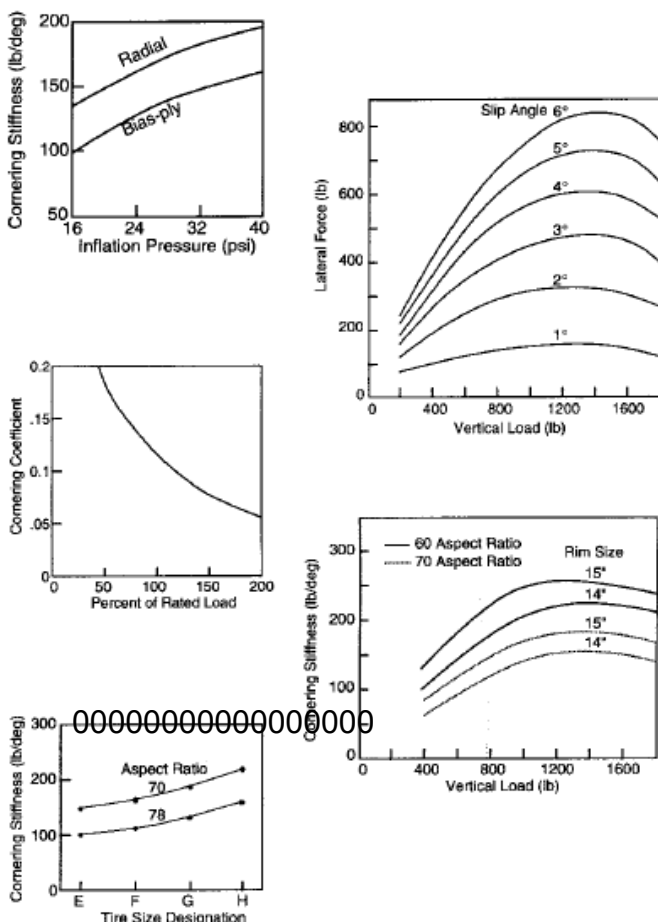
Para um veículo viajando com velocidade  $V$ , para frente, a soma das forças laterais nos pneus será a massa  $\times$  aceleração centrípeta.

$$\Sigma F_y = F_{yf} + F_{yr} = M V^2/R \quad (6-7)$$

where:

- $F_{yf}$  = Lateral (cornering) force at the front axle
- $F_{yr}$  = Lateral (cornering) force at the rear axle
- $M$  = Mass of the vehicle
- $V$  = Forward velocity
- $R$  = Radius of the turn

199



as

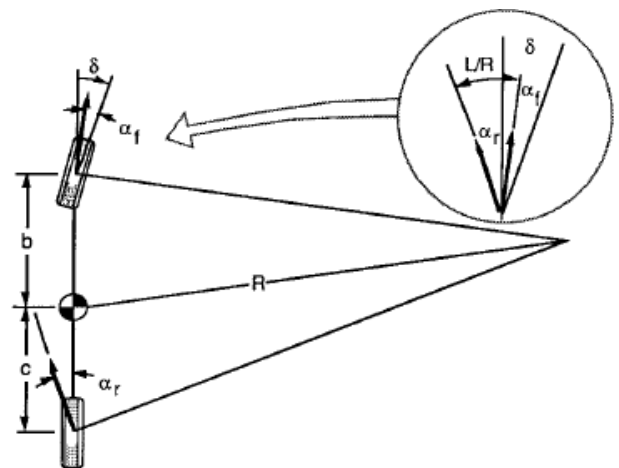


Fig. 6.4 Cornering of a bicycle model.

Figura 17 - Comutação de modelo

Figura 18 - Gráficos

Considerando o veículo com momento igual a zero em relação ao CG temos:

$$F_{yf} b - F_{yR} c = 0 \quad (6-8)$$

Thus

$$F_{yf} = F_{yR} c/b \quad (6-9)$$

Substituting back into Eq. (6-7) yields:

$$M V^2/R = F_{yR} (c/b + 1) = F_{yR} (b + c)/b = F_{yR} L/b \quad (6-10)$$

$$F_{yR} = M b/L (V^2/R) \quad (6-11)$$

Figura 19 - Força lateral

Portanto, a força lateral na roda traseira é definida pela eq. 6-11.

Sendo  $M b/L$  o peso dinâmico no eixo traseiro, a força lateral pode ser definida por:

$W_r/g \cdot a$  (centrípeta naquele ponto).

Desta forma, temos a dedução para o ângulo de deslizamento em alta velocidade:

With the required lateral forces known, the slip angles at the front and rear wheels are also established from Eq. (6-5). That is:

$$\alpha_f = W_f V^2 / (C_{\alpha f} g R) \quad (6-12)$$

and

$$\alpha_r = W_r V^2 / (C_{\alpha r} g R) \quad (6-13)$$

We must now look to the geometry of the vehicle in the turn to complete the analysis. With a little study of Figure 6.4, it can be seen that:

$$\delta = 57.3 L/R + \alpha_f - \alpha_r \quad (6-14)$$

Now substituting for  $\alpha_f$  and  $\alpha_r$  from Eqs. (6-12) and (6-13) gives:

$$\delta = 57.3 \frac{L}{R} + \frac{W_f V^2}{C_{\alpha f} g R} - \frac{W_r V^2}{C_{\alpha r} g R}$$

$$\delta = 57.3 \frac{L}{R} + \left( \frac{W_f}{C_{\alpha f}} - \frac{W_r}{C_{\alpha r}} \right) \frac{V^2}{g R} \quad (6-15)$$

where:

- $\delta$  = Steer angle at the front wheels (deg)
- $L$  = Wheelbase (ft)
- $R$  = Radius of turn (ft)
- $V$  = Forward speed (ft/sec)
- $g$  = Gravitational acceleration constant = 32.2 ft/sec<sup>2</sup>
- $W_f$  = Load on the front axle (lb)
- $W_r$  = Load on the rear axle (lb)
- $C_{\alpha f}$  = Cornering stiffness of the front tires (lb<sub>y</sub>/deg)
- $C_{\alpha r}$  = Cornering stiffness of the rear tires (lb<sub>y</sub>/deg)

Figura 20 - Ângulo de deslizamento



Gradiente de sub esterçamento:

### **Understeer Gradient**

The equation is often written in a shorthand form as follows:

$$\delta = 57.3 L/R + K a_y \quad (6-16)$$

where:

$K$  = Understeer gradient (deg/g)

$a_y$  = Lateral acceleration (g)

### **Figura 21 – Gradiente de Sub viragem**

Comportamento do veículo durante a curva, relaciona o raio da curva, aceleração lateral e a carga sobre o eixo.  $K=[^\circ/g]$

$K$  = Rigidez a curva (frontal – traseiro)

Neutro:

$$W_f/C_{\alpha f} = W_r/C_{\alpha r} \rightarrow K = 0 \rightarrow \alpha_f = \alpha_r$$

### **Figura 22 - Fórmula**

Em uma curva de raio constante, não é necessária nenhuma variação do ângulo de esterçamento com a variação da velocidade.

Sub esterçante:

$$W_f/C_{\alpha f} > W_r/C_{\alpha r} \rightarrow K > 0 \rightarrow \alpha_f > \alpha_r$$

### **Figura 23 - Fórmula**

Em uma curva de raio constante o ângulo de esterçamento deve aumentar com a proporção de  $K$

$[^\circ/g]$  vezes a força lateral em g conforme o aumento da velocidade.

A força lateral no CG faz com que as rodas da frente escorreguem mais que as traseiras, tendo assim que aumentar seu ângulo para gerar uma força lateral maior.

Sobresterçante:

$$W_f/C_{\alpha f} < W_r/C_{\alpha r} \rightarrow K < 0 \rightarrow \alpha_f < \alpha_r$$

### **Figura 24 - Fórmula**

Em uma curva de raio constante o ângulo de esterçamento deve diminuir conforme o aumento da velocidade.

A força lateral no CG faz com que o ângulo de escorregamento nas rodas traseiras aumente mais que as dianteiras fazendo com que a traseira se direcione para fora da curva e a dianteira para dentro, diminuindo o raio.

O aumento da aceleração lateral causa o deslizamento da traseira que só cessará quando o ângulo de esterçamento diminuir.

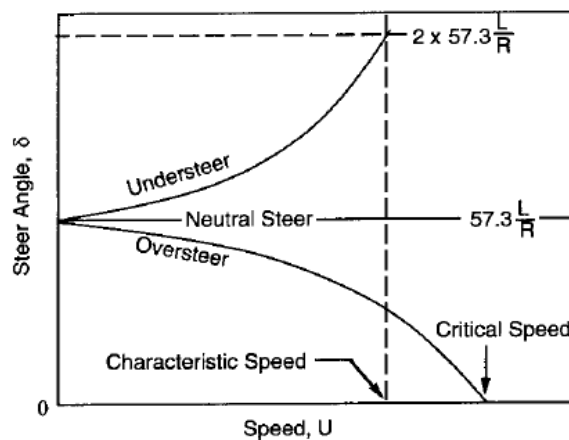


Fig. 6.5 Change of steer angle with speed.

**Figura 25 - Carga do angulo com a velocidade**

Velocidade característica

Parâmetro que quantifica o grau de sub esterçamento. A velocidade característica é a velocidade que o grau de esterçamento para fazer qualquer curva é o dobro do de Ackerman.

$$K a_y = 57.3 L/R \quad (6-17)$$

Since  $a_y$  is a function of speed squared, the characteristic speed is:

$$V_{char} = \sqrt{57.3 L g/K} \quad (6-18)$$

**Figura 26 - Sub esterçamento**

Velocidade Crítica

Velocidade na qual acima dela o veículo se torna direccionalmente instável.

$$V_{crit} = \sqrt{-57.3 L g/K} \quad (6-19)$$

Figura 27 - Velocidade Crítica

A velocidade crítica depende do entre eixos do carro, um veículo mais longo terá uma velocidade crítica maior.

## 5.4 Amortecedores

Para os amortecedores, a escolha foi tomada com base na necessidade de ajustes, redução de massa e reutilização do amortecedor para projetos futuros. Dessa forma, foi escolhido o Fox Evol 3, com 150 mm de curso (comprimento entre fixações mínimo 300 mm e comprimento entre fixações máximo: 450 mm).

## 5.5 Terminais rotulares

Foi simulada a necessidade mínima para a carga estática no terminal. Para os terminais da suspensão dianteira, foi considerada a necessidade de desalinhamento mínima do terminal, além dos fatores citados primeiramente. Foram então escolhidos os terminais Aurora, devido à ausência de um modelo nacional comprado capaz de suportar as necessidades do veículo.

## 5.6 Mangas de eixo:

Após os desafios dos estudos apresentados anteriormente foram desenvolvidos protótipos de mangas de eixos dianteiras e traseiras, assim como os cubos de roda para o projeto.



Figura 28 - Manga dianteira

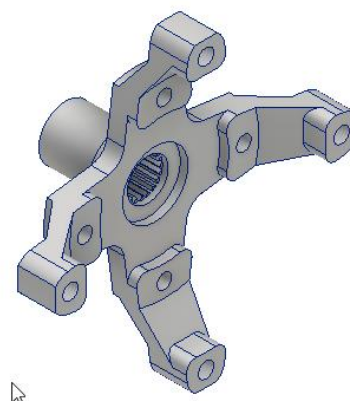
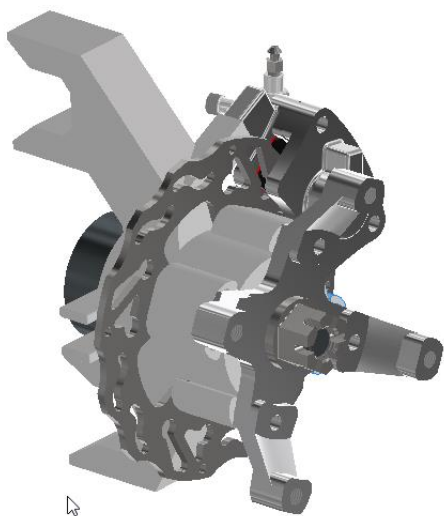
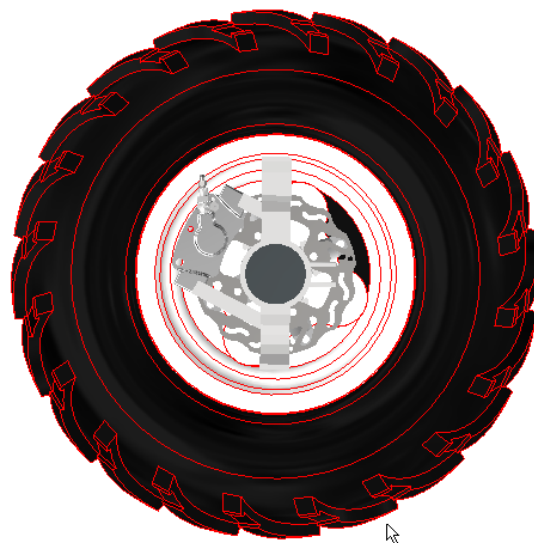


Figura 29 - Cubo dianteiro



**Figura 30 - Montagem com freio**



**Figura 31 - Montagem completa com pneu**

## **6 Freio**

O objetivo do sistema de freio é o desenvolvimento de um sistema de frenagem, na qual quando o piloto frear as 4 rodas precisam travar e frear o protótipo.

Com isso o sistema de freios do protótipo 2023 foi desenvolvido com o objetivo de proporcionar ao usuário um sistema eficiente, com travamento total das quatro rodas e desaceleração superior a 0,7 g, proporcionando a frenagem total do veículo em aproximadamente 2,5 metros, distância definida de acordo com o grip do pneu utilizado, a velocidade máxima atingida pelo protótipo e o tipo e condições do solo.

### **6.1 Pedal de freio e balance bar**

Segundo a literatura, Brake HandBook (Fred Puhn) na página 68, a força máxima admitida é de 333 N, a partir disso desenvolvemos um pedal utilizando softwares de simulação, onde obtivemos os seguintes resultados: relação mecânica 7,5:1, força aplicada de 181,1 pelo piloto. Devido o deslocamento de massa do durante a frenagem, foi utilizado um balance bar (Imagem X) para distribuir a força necessária nas pinças de freio dianteiras e traseiras do veículo, atingindo a relação de 58% nas pinças traseiras e 42% nas pinças dianteiras, de modo que as quatro rodas travem simultaneamente.

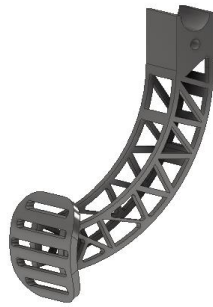


Figura 33 - Desenho 3D pedal de freio



Figura 32 - Balance Bar

## 6.2 Cilindro Mestre

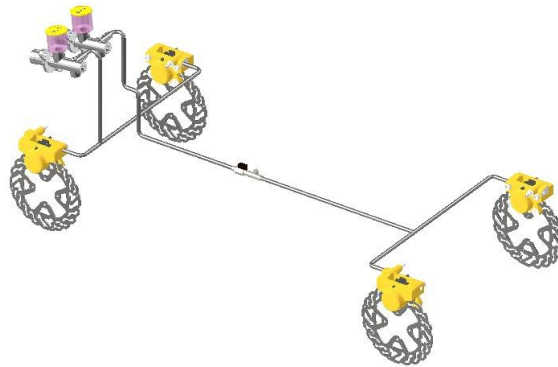
O sistema de freio foi desenvolvido utilizando dois cilindros mestre de embreagem da pick-up Nissan Frontier ano 2005, de diâmetro interno de 15,87 mm e curso de deslocamento máximo de 25 mm. A escolha deste cilindro mestre se resume ao baixo peso e diâmetro interno compatível com a configuração necessária para o sistema, quando comparado a modelos de outros veículos, como Volkswagen Fusca e Gol e Mitsubishi L200, exibidos na tabela abaixo.

MARCA	MASSA (kg) (3 pts)	DIÂMETRO (pol) (3 pts)	CUSTO (R\$) (2 pts)	Pts
Nissan Frontier	0,291	5/8"	314	6
VW Fusca	0,745	11/16"	154	2
VW Gol	0,831	13/16"	156	0
Mitsubishi L200	0,322	5/8"	365	3

## 6.3 Linha de freio

Figura 34 - Tabela de comparação

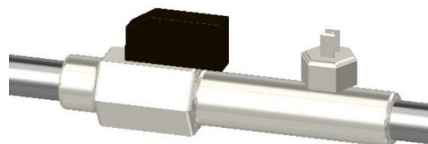
Para solucionar o problema de dilatação existente na linha de freio flexível que causava a perda de precisão no acionamento do sistema, o novo sistema foi desenvolvido utilizando linhas de freio rígidas de aço SAE 1020 do modelo da Volkswagen Kombi, que apresenta um baixo custo e facilidade de ser encontrada em mercado nacional, sendo utilizada como tubo mestre do sistema, ou seja, posicionadas somente no perímetro interno do chassi do protótipo. Para a conexão entre a linha rígida e as pinças de freio foi utilizado a linha flexível, a fim de acompanhar a movimentação dos braços da suspensão, conforme a imagem abaixo.



**Figura 35 - Desenho da linha de freio**

## **6.4 Freio de estacionamento**

A fim de possibilitar uma opção de utilização individual do protótipo e para auxiliar o condutor em situações em que necessita manter o veículo imóvel sem exigir esforço físico, foi implementado um freio de estacionamento utilizando uma válvula esférica, de apenas 0,10 kg, que interrompe o fluxo de fluido para as pinças de freio traseiras. Por possuir apenas duas posições possíveis, aberto ou fechado, é de fácil operação e intuitivo. Posicionado horizontal do lado esquerdo logo atrás do volante, fizemos um suporte para fácil manuseio e sem ocupar muito espaço.



**Figura 36 - Freio de mão**

## **6.5 Pinças de freio**

Optamos por utilizar pinças de fabricação própria, no intuito de reduzir custos, utilizamos como base a pinça da Willwood, usada nos projetos anteriores da nossa equipe, alterando a fixação da pinça, na intenção de facilitar a manutenção.

Marca	Valor	Diâmetro interno	Qtd. de pistões	PTS
Fabricação própria	Patrocínio	25,4 mm	2	3
Wilwood	R\$ 625,00	25,4 mm	2	2
CG 125	R\$ 140,00	25 mm	2	2

Figura 37 - Tabela de comparação

São utilizadas pastilhas desenvolvidas em parceria com a fabricante nacional Cobreq. Em razão do veículo ser voltado à competição, optou-se por pastilhas de freio de malha de asbesto com resina sintética

## 6.6 Disco de freio

Foram utilizados discos de freio de 165 mm de diâmetro em todas as rodas, sendo a dimensão máxima possível quando considerado o diâmetro interno de 250 mm da roda, que reflete diretamente nas medidas da manga de eixo e cubo de roda, bem como no posicionamento da pinça de freio e conseqüentemente no diâmetro máximo dos discos de freio. Em relação a espessura dos discos, foram desenvolvidos considerando o espaço máximo disponível de, aproximadamente, 4,5 mm delimitados pelas pinças de freio com as pastilhas, tendo então, a espessura de 3,0 mm nos discos e 1,5 mm para o funcionamento do sistema.

Os discos foram fabricados em aço SAE 1045 devido a condutividade térmica superior ao aço inox e a facilidade no processo de fabricação (Tabela X). Quando comparado ao ferro fundido, o aço SAE 1045 possui características inferiores em relação a qualidade final do projeto, devido ao ferro fundido possuir condutividade térmica superior e densidade menor, porém, para produzir os quatro discos de freio em ferro fundido, o custo seria elevado devido, principalmente, a necessidade de um molde próprio.

Material	Densidade (g/cm <sup>3</sup> ) (3pts)	Condutividade térmica (K) (2pts)	Horas de manufatura (H) (2pts)	Pts
Aço 1045	7,85	80	2	12
Aço inox	8	14	3	2
Ferro Fundido	7,15	130	4	6

Figura 38 - Tabela de comparação

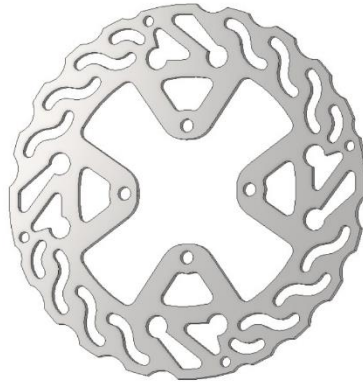


Figura 39 - Disco de freio em 3D

## 7 Eletrônica

Sistemas integrados ao veículo:

Sistemas de segurança:

O sistema elétrico deve incluir pelo menos duas chaves gerais, uma luz de freio e uma bateria. As chaves gerais devem desativar a ignição do motor.

### 7.1 Luz de freio

A luz de freio deve ser ativada por meio de interruptor de pressão hidráulica. Cada circuito hidráulico independente de freio deve ser equipado com um interruptor de luz de freio e ligação elétrica exclusivos de tal forma que a luz se acenda sempre que houver pressão em um dos circuitos hidráulicos, mesmo se o outro houver falhado.

O veículo deve ser equipado com uma luz de freio, de tecnologia LED, reconhecidamente automotiva.

A luz de freio deve estar montada a, no mínimo, 1,0 m de altura a partir do solo na altura estática de rodagem, e o fecho de luz direcionado paralelo ao chão, ou levemente descendente.



O estado da luz de freio deve ser facilmente distinguível a uma distância mínima de 20 m, em um dia ensolarado.

## **7.2 Chaves Geral (Mata motor)**

O veículo deve ser equipado com duas chaves gerais de fácil acesso que desativem a ignição do motor.

Devem ser do tipo cogumelo com trava (pressionar para acionar, girar para destravar), biestável, na cor vermelha, de modo que, quando pressionadas, permaneçam na posição de “desligar”.

Chave geral do habitáculo: deve ser posicionada na frente do habitáculo e ser de fácil acesso do piloto, quando utilizando o equipamento de segurança completo e ajustado.

Chave geral externa: deve ser fixada no lado direito do veículo (do ponto de vista do piloto), em um plano atrás do Rear Roll Hoop (RRH, B6.2.4), dentro da região destacada da Figura B-9. A chave não pode ser instalada abaixo de 178 mm (7 in) do ponto BR, medida verticalmente, e deve ser de fácil acesso a pessoas externas ao veículo.

## **7.3 Baterias**

As baterias devem ser fixadas com boas práticas de engenharia de modo que não se soltem durante a operação do veículo e capotamentos. As baterias devem ser protegidas de exposição solar, mantidas longe de fontes de calor (como o motor), contato com combustível, óleo, água, poeira etc.

Nenhuma bateria pode possuir capacidade maior do que 240 W.h. A soma da capacidade de todas as baterias deve ser menor ou igual a 360 W.h.

As baterias devem ser seladas (incapazes de serem abertas ou reparadas) e não podem vazar mesmo em evento de capotagem.

Baterias com compostos de lítio devem ser instaladas atrás da parede corta-fogo e abaixo da proteção de derramamento. As baterias devem ser instaladas dentro de invólucros fechados. Os invólucros devem ser rígidos, resistentes a chamas e conter apenas dois furos de 6 mm de diâmetro para alívio de pressão, também devem atender aos requisitos de material e espessura de parede corta-fogo.

## 7.4 Dispositivos de proteção contra sobrecorrente

É obrigatória a utilização de dispositivos de proteção em todas as baterias de capacidade superior a 800 mA.h.

Dispositivos de proteção com corrente de disparo maior a 1 A necessitam de memorial de dimensionamento.

Estes dispositivos devem estar instalados no polo da bateria que não esteja aterrado, e o segmento de cabo entre o terminal da bateria e o dispositivo de proteção deve ter menos que 150 mm de comprimento.

## 7.5 Sistemas de Instrumentação

Sistemas on-board de aquisição de dados em tempo real afim de fornecer auxílio em tomadas de decisão pelo piloto e pela equipe de box.

### 7.5.1 Nível crítico de combustível

O nível crítico de combustível foi desenvolvido em conjunto ao sensor capacitivo PNP (Capacitivo Ljc18a3-b-j/ez Ac), na qual foi regulado sua frequência para captar somente o líquido dentro do tanque e, através de um temporizador de quatro segundos, foi definido que, caso o sensor não volte a captar o combustível, será acionado um sinal sonoro para que o condutor fique ciente que o combustível está próximo do nível crítico. A posição em que se encontra o sensor limita o combustível a uma média de 4 km de autonomia.

### 7.5.2 Velocímetro

A velocidade do protótipo é obtida através de um sensor indutivo PNP cuja frequência de chaveamento é de 400 Hz e possui grau de proteção IP67. O sensor é posicionado no eixo de entrada da caixa de redução e detecta a presença metálica em um disco com quatro furos excêntricos. De acordo com o diâmetro do disco metálico e a distância entre os furos, foi possível realizar a dos conversão sinais emitidos pelo sensor na velocidade do veículo em tempo real.

O sensor indutivo foi escolhido devido a sua adequação a necessidade do sistema, pois detecta apenas sinais metálicos. Outra opção disponível foi o sensor magnético, porém, por conta de requisitar um material magnético para ser detectado, demonstrou, em testes, não ser apropriado, devido ao local de instalação ser de difícil acesso e

estar em frequente contato com óleo, o que podem comprometer o funcionamento do sensor. Por conta do espaço físico disponível para a instalação do sensor, foi definido a necessidade de um sensor de 400 Hz devido a distância de 0,3 mm a ser atingida. O grau de proteção foi definido de acordo com a frequência em que o componente seria exposto a imersão parcial em água ou lama.

### 7.5.3 Temperatura do CVT

O sistema de transmissão utilizado atualmente não apresenta problemas com superaquecimento, porém, a fim de monitorar o desempenho do sistema e possibilidades de melhorias, foi desenvolvido um sistema de rastreabilidade com um sensor de temperatura NTC 10K para captar e registrar as temperaturas em uma unidade Micro-SD durante o funcionamento contínuo por até quatro horas.

Em casos de temperatura acima da margem de segurança definida para o funcionamento ideal da correia Gates G-Force da transmissão, um sinal luminoso é acionado no display para indicar ao condutor que pode haver o superaquecimento do sistema.

### 7.5.4 PCB integrada

Buscando melhor adequação de todos os sistemas no menor espaço físico possível, foi desenvolvido uma única PCB que comporta todos os subsistemas de instrumentação do veículo.

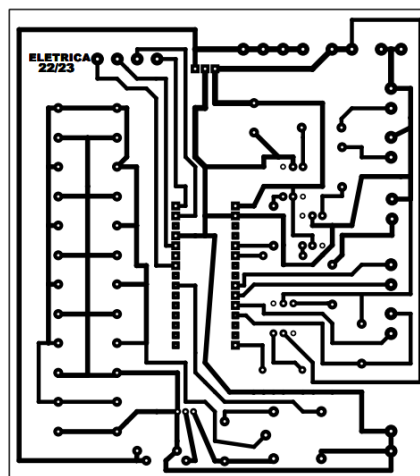


Figura 40 - Circuito impresso

## **7.6 Display**

As informações coletadas pelo sistema de telemetria serão exibidas ao piloto por meio de um Display LCD, o display se trata de um Nextion de 7", devido a sua baixa complexidade de programação e quantidade reduzida de cabos necessários para sua comunicação, tornando sua implementação ao veículo mais flexível.

## **7.7 Microcontrolador**

Para realizar o processamento, manipulação, integração e transmissão dos dados adquiridos, utilizamos um Arduino Nano, devido a sua alta gama de sensores, baixa necessidade de espaço físico e baixo custo.

Utilizaremos também o ESP 32 como um microcontrolador secundário para fins de validação e implementação como componente principal do sistema, uma vez que o mesmo possui maior velocidade de processamento, arquitetura mais atual e maior compatibilidade com módulos de comunicação wireless.

## **7.8 Código (Programa)**

A comunicação com o Arduino é feita com uma linguagem própria, que tem como base C++, cada subsistema do veículo é desenvolvido isoladamente, e após testes em bancada é incluído em um programa mestre, e passa por validações em pista, integrado com os demais subsistemas.

Para o ESP 32, a principal linguagem utilizada é a MicroPython, porém ele também oferece suporte as linguagens Python, C e C++.

## **8 Cálculo Estrutural**

O chassi 2023 é uma evolução do protótipo 2020, com adequações para implementação do 4x4.

O novo protótipo foi projetado utilizando tubos SAE 4130, segundo o regulamento da SAE Brasil, os projetos precisam ser feitos com aço com mínimo 0,18% de carbono, sendo o mais utilizado tubos de aço SAE 1018, porém para utilizar este material, precisaríamos de um tubo com uma espessura maior devido ao limite de escoamento ser inferior ao SAE 4130, alterando o peso do chassi.

<b>Matriz de decisão material chassi</b>					
<b>Material</b>	<b>% carbono (3)</b>	<b>Valor p/ 6 m (4)</b>	<b>Tensão de escoamento (Mpa) (3)</b>	<b>Medidas (2)</b>	<b>Total</b>
<b>Aço SAE 4130</b>	<b>0,30%</b>	<b>R\$ 1.467,53</b>	<b>510 MPa</b>	<b>30x1,6 mm</b>	<b>18</b>
<b>Aço SAE 1020</b>	<b>0,20%</b>	<b>R\$ 83,28</b>	<b>370 MPa</b>	<b>25,4x3 mm</b>	<b>4</b>

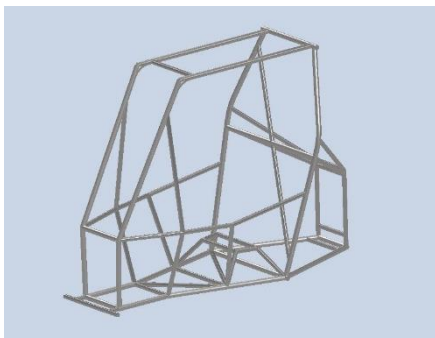
**Figura 41 Matriz de decisão**

Os tubos primários do novo chassi têm diâmetro externo de 30 mm e parede de 1,6 mm e os tubos secundários um diâmetro externo de 25,4 mm e parede de 1 mm, com essas espessuras temos uma tensão de escoamento de 510 MPa que é 27,45% superior à do SAE 1018 com espessura de 3 mm. Os tubos utilizados no novo protótipo apresentam 0,30% de carbono, sendo 0,12% a mais do que o recomendado pelo regulamento.

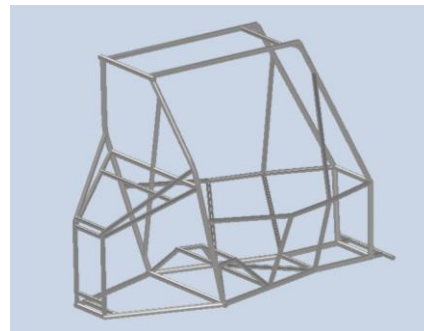
O novo protótipo terá um comprimento 1800 mm, uma largura de 680 mm e uma altura de 1300 mm, todas essas medidas são para respeitar o regulamento da SAE Brasil que especifica as medidas mínimas para garantir a segurança do piloto.

As regras são, a cabeça do piloto deve ter uma distância de pelo menos 6 polegadas de uma reta de quaisquer dois pontos da gaiola de proteção (chassi), os ombros, tronco, quadril, coxas, joelhos, braços, cotovelos e mãos do piloto devem ter uma folga mínima de 3 polegadas até uma reta aplicada a quaisquer dois pontos da gaiola de proteção (chassi), as retas para medições tem que estar sem espumas e ser considerado a parte externa do tubo, as pernas do piloto devem ter folga mínima de 3 polegadas até todas as superfícies rígidas diretamente acima ou a frente de si e as mesmas devem ser protegidas com espuma, nenhuma parte do piloto ou vestimenta pode estar fora da gaiola de proteção.

Além de garantir a segurança do piloto, as dimensões do protótipo também estão em conjunto na eficiência dele, como por exemplo, a largura é uma combinação com a área de suspensão e direção estudada para que seja possível realizar uma melhor estabilidade dele, conseguindo fazer curvas com maiores ângulos.



**Figura 42 Chassi montado**



**Figura 43 Chassi montado**

## 9 Powertrain

O subsistema Powertrain é desenvolvido com o intuito de transferir a rotação do motor, para suas rodas, através de um conjunto de engrenagens. É uma área que possui uma elevada classificação de cálculos.

O grande desafio para todas as equipes é conseguir diminuir o custo e o peso, por conta da fabricação em massa, e principalmente conseguir uma velocidade o suficiente para que o protótipo alcance uma média de 30km/h.

### 9.1 Dados iniciais

Conforme apresentado na planilha de dimensionamento, iniciamos o desenvolvimento do projeto listando os seguintes dados introdutórios:

CÓDIGO DE CORES	
	Variáveis com valores definidos/tabelados
	Variáveis com valores calculados
MENSAGEM	Resultados das verificações

Figura 44 Código de cores

DADOS INICIAIS			
VARIÁVEL	OBSERVAÇÕES	VALOR	UNIDADE
Potência do motor - <b>N</b>	B. & S. 10 HP OHV Vanguard Model 19 - <b>TABELA 3</b>	9,803	CV
Rotação - <b>n1</b>	Rotação máxima (saída do motor) - <b>GRÁFICO 2</b>	3800	RPM
Rotação - <b>n2</b>	Na saída do CVT (ampliação - 0,69:1)	5507,246377	RPM
Rotação - <b>n2'</b>	Na saída do CVT (redução - 3,71:1)	1024,25876	RPM
Rotação - <b>n3</b>	No 2º eixo da caixa de redução - vel. máx.	1382,337539	RPM
Rotação - <b>n3'</b>	No 2º eixo da caixa de redução - vel. mín.	257,0924264	RPM
Rotação - <b>n4</b>	No 3º eixo da caixa de redução - vel. máx.	427,8358214	RPM
Rotação - <b>n4'</b>	No 3º eixo da caixa de redução - vel. mín.	79,57054359	RPM
Rotação - <b>n5</b>	Na saída do diferencial dianteiro - vel. máx.	427,8358214	RPM
Rotação - <b>n5'</b>	Na saída do diferencial dianteiro - vel. mín.	79,57054359	RPM
Relação de transmissão - CVT	Comet model 780 - ampliação máxima	0,69	:1
Relação de transmissão - CVT	Comet model 780 - redução máxima	3,71	:1
Rel. de transmissão do 1º par de eng - <b>i1</b>	-	3,984009855	:1
Rel. de transmissão do 2º par de eng - <b>i2</b>	-	3,231	:1
Rel. de transmissão total da caixa de redução	-	12,87233584	:1
Relação de transmissão - diferencial dianteiro	Honda TRX 420 FourTrax	3,231	:1

Figura 45 Dados iniciais

Series/Curve:		S19/4			
Comments:		engine governor <b>NOT</b> working			
Engine Speed	Correction Factor	Observed Torque	Observed Power	Corrected Torque	Corrected Power
[RPM]	[-]	[N.m]	[kW]	[N.m]	[kW]
1500	1,07	17,51	2,75	18,74	2,94
1700	1,07	18,11	3,22	19,38	3,45
1900	1,07	18,33	3,65	19,61	3,90
2100	1,07	18,59	4,09	19,89	4,37
2300	1,07	18,83	4,54	20,15	4,85
2500	1,07	18,87	4,94	20,19	5,29
2700	1,07	18,80	5,32	20,11	5,69
2900	1,07	18,66	5,67	19,96	6,06
3100	1,07	18,52	6,01	19,82	6,43
3300	1,07	18,21	6,29	19,48	6,73
3500	1,07	17,59	6,45	18,82	6,90
3700	1,07	17,22	6,67	18,43	7,14
3750	1,07	17,05	6,69	18,24	7,16
3800	1,07	16,94	6,74	18,13	7,21

Figura 46 dados de dinamômetro (B&S Série 19 desgovernado)

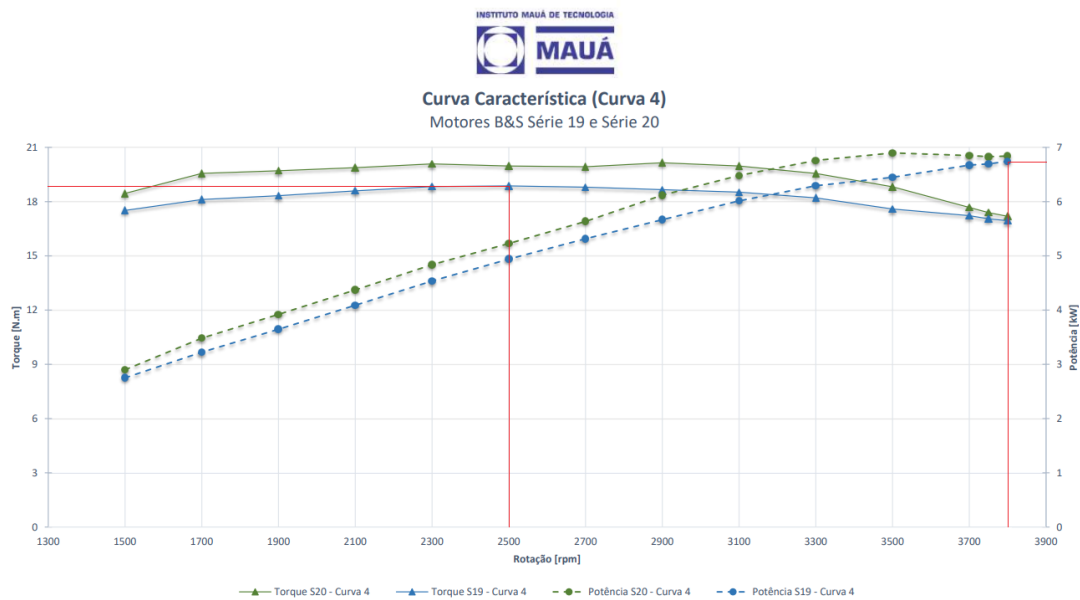


Figura 47 Curvas de Torque e Potência em Função da Rotação (B&S Série 19)

## 9.2 Relações de transmissão

Através dos referidos dados, estabelecida uma velocidade máxima inicial de 45 km/h, pudemos seguir com a determinação das principais relações de transmissão, ficando estabelecido:

VARIÁVEL	VALOR	UN.
Raio do pneu - $r$	0,279	m
Velocidade máxima - $v_{\text{máx}}$	45	km/h
Velocidade mínima - $v_{\text{mín}}$	8,369272237	km/h
Rotação das rodas - vel. máx.	427,8358214	RPM
Rotação das rodas - vel. mín.	79,57054359	RPM
$Pi - \pi$	3	

$$v = \frac{n_5 \cdot 2\pi \cdot r \cdot 3,6}{60}$$

Figura 48 Cálculos de relações

VARIÁVEL	VALOR	UN.
Relação de transmissão total - $i_t$	12,87233584	
Número de pares de engrenagens - $Z_{\text{engr}}$ <b>TABELA 1</b>	2	

$$i_t = \frac{n_1}{n_5}$$

Figura 49 Cálculos de relações

$i_t$	$Z_{\text{engr}}$
$\leq 5$	1
$5 < i_t \leq 25$	2
$25 < i_t \leq 125$	3
$125 < i_t \leq 625$	4
etc	etc

Figura 50 Índice

VARIÁVEL	VALOR	UN.	VALOR NORMALIZADO	UN.
Número de dentes dos pinhões - $Z_1 : Z_3$	18		18	
Número de dentes da 1ª coroa - $Z_2$	71,71217738		72	
Número de dentes da 2ª coroa - $Z_4$	58,158		58	

$$Z_2 = Z_1 \cdot i_1$$

$$Z_4 = Z_3 \cdot i_2$$

Figura 51 Número de Pares de Engrenagens



VARIÁVEL	VALOR	UN.
Rel. real de transmissão do 1º par de eng - $i1r$	4	
Rel. real de transmissão do 2º par de eng - $i2r$	3,222222222	

$$i1' = \frac{Z2}{Z1}$$

$$i2' = \frac{Z4}{Z3}$$

VARIÁVEL	VALOR	UN.
Relação real de transmissão total (eixo traseiro) - $itr$	12,88888889	
Relação real de transmissão total (eixo dianteiro) - $itr'$	12,924	
Rotação real no 2º eixo da caixa de redução (vel. máx) - $n3r$	1376,811594 RPM	
Rotação real no 3º eixo da caixa de redução (vel. máx) - $n4r$	427,2863568 RPM	
Rotação real na saída do diferencial dianteiro (vel. máx) - $n5r$	426,1255321 RPM	

$$itr = \frac{Z2 \cdot Z4}{Z1 \cdot Z3}$$

$$nr = \frac{n}{ir}$$

Figura 52 Cálculos Pares de Engrenagens

VARIÁVEL	VALOR	UN.
Erro percentual na relação de transmissão total - $\%Eit$	0,128428828 %	
Variação percentual na rotação do 2º eixo da caixa de redução (vel. máx) - $\%En3$	0,399753637 %	
Variação percentual na rotação do 3º eixo da caixa de redução (vel. máx) - $\%En4$	0,128593979 %	
Variação percentual na rotação de saída do diferencial dianteiro (vel. máx) - $\%En5$	0,40135808 %	

$$\%Eit = \frac{|itr - it|}{itr} \cdot 100$$

$$\%En = \frac{|nr - n|}{nr} \cdot 100$$

Figura 53 Cálculos pares de engrenagens

### 9.3 Gráficos

Identificadas as referidas informações, visando estimar e registrar dados de performance do protótipo de maneira mais visual, plotamos algumas variáveis em função do tempo nos seguintes gráficos:

GRÁFICOS			
VARIÁVEL	OBSERVAÇÕES	VALOR	UNIDADE
Torque de entrada - $Te$	B&S Model 19 (2500 RPM) - TABELA 3	20,19 N.m	
Rendimento da transmissão - $\eta$	Comet model 780 - 0,922 $\eta$ ≥0,88	0,9	
Massa total estimada - $m$	Veículo (~255 kg) & piloto (~75 kg)	330 kg	
Densidade do ar - $\rho$	Ao nível do mar, com T=15 °C	1,225 kg/m3	
Coefficiente de penetração aerodinâmica - $Cx$	TABELA 4	1,8	
Área estimada - $A$	-	1,2 m2	

Figura 54 Tabelas do gráfico

$$Ts = Te \cdot i \cdot \eta$$

$$Fr = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot Cx \cdot A \cdot v^2$$

$$v = v_0 + a \cdot \Delta t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

Figura 55 - Fórmulas tabela gráficos

Formato	Descrição	Cx	Formato	Descrição	Cx
	Formato mais aerodinâmico	0,08		Caminhão	0,90
	Carro esporte	0,25		Ciclista em competição	0,90
	Semi-esfera face plana atrás	0,38		Cubo	1,05
	Carros de passeio	0,40		Placa quadrada	1,2
	Esfera	0,47		Semi-esfera face plana frontal	1,42
	Ônibus	0,70		Motociclista	1,8
	Cilindro vertical	0,90		Seção em C	2,3

Figura 56 Relações

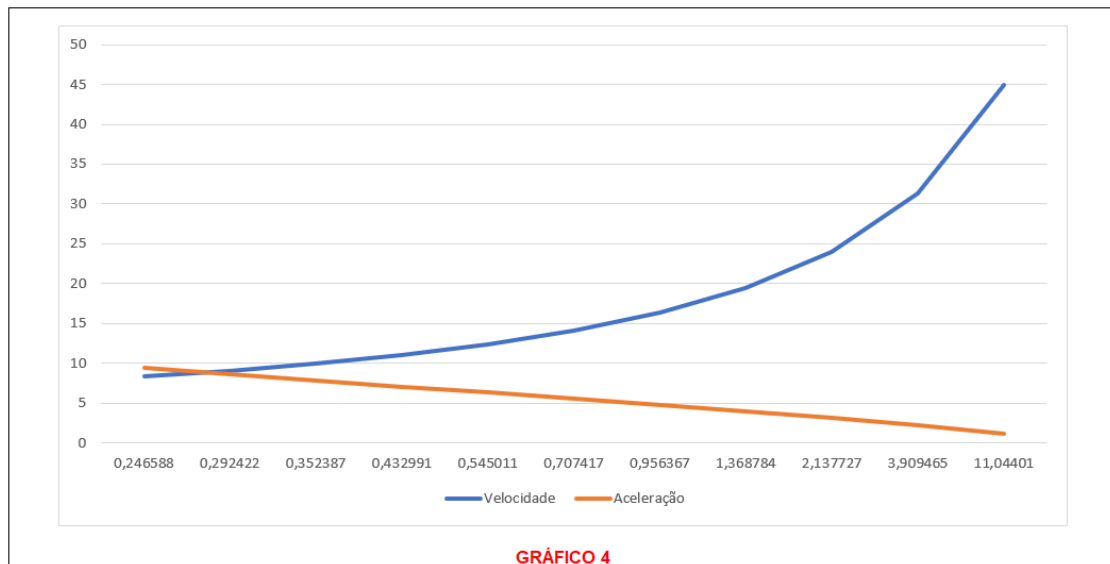


GRÁFICO 4

Figura 57 Coeficientes de Penetração Aerodinâmica

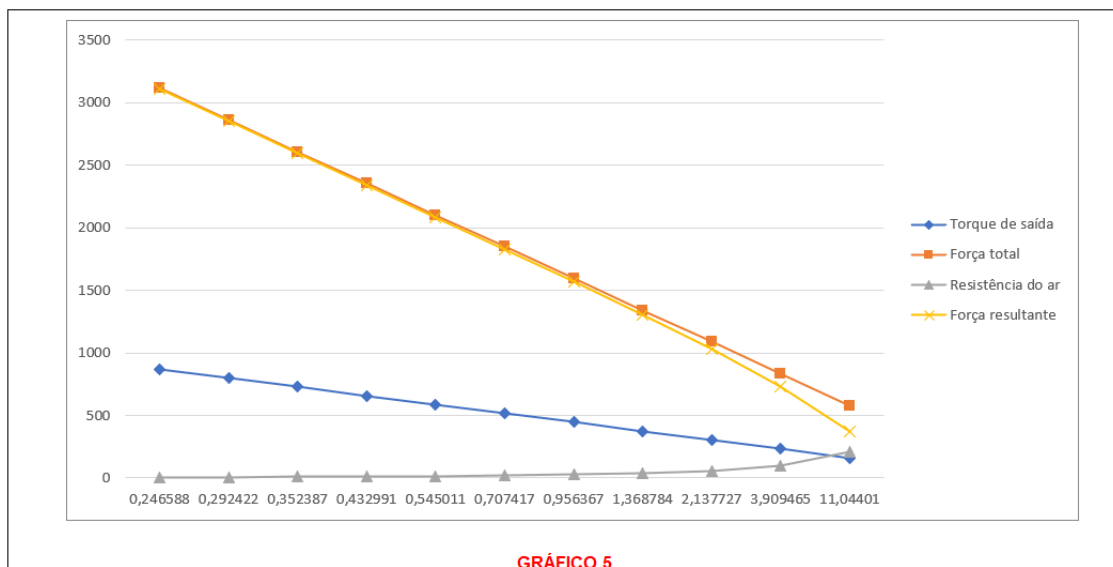


GRÁFICO 5

Figura 58 Coeficientes de Penetração Aerodinâmica

## 9.4 Dados de entrada

Assumindo ao cenário de máxima solicitação do sistema (presente durante o período de máxima redução do sistema de transmissão), prosseguimos com o dimensionamento do primeiro par de engrenagens:

DADOS DE ENTRADA			
VARIÁVEL	OBSERVAÇÕES	VALOR	UNIDADE
Potência do motor - <b>N</b>	Briggs & Stratton 10 HP OHV Vanguard Model 19	9,803	CV
Rotação - <b>n2</b>	Na saída do CVT (redução - 3,71:1)	1024,25876	RPM
Rotação - <b>n3r</b>	Rotação real no 2º eixo da caixa de red. (vel. mín.)	257,0924264	RPM
Rel. real de transmissão do 1º par de eng - <b>itr</b>	-	4	:1

Figura 59 Dados iniciais para dimensionamento

VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES				
Número de dentes do 1º pinhão - <b>Z1</b>	18		-				
Número de dentes da 1ª coroa - <b>Z2</b>	72		-				
Tipo de construção - <b><math>\lambda</math></b>	25		TABELA 5				
Ângulo de pressão - <b><math>\theta</math></b>	20 °		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cos <math>\theta</math></th> <th>Sen <math>\theta</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,939692621</td> <td>0,342020143</td> </tr> </tbody> </table>	Cos $\theta$	Sen $\theta$	0,939692621	0,342020143
Cos $\theta$	Sen $\theta$						
0,939692621	0,342020143						
Ângulo de inclinação do dente - <b><math>\beta</math></b>	0		Para engrenagens de dentes retos				
Raio de fundo do dente - <b>rf</b>	0,2		De 0,1 m a 0,3 m				

Figura 60 Dados iniciais para dimensionamento

Tipo de construção	$\lambda = l/m$
dentes brutos de fundição limpa	6
dentes bem acabados	
- suporte comum e saliente	10
- suportes em vigas de aço	15
- bons suportes em caixas de engrenagens	25
- suportes rígidos de melhor qualidade	30 a 45
engrenagens de construção de elevada precisão	até 200

Figura 61 Dados iniciais para dimensionamento

CARACTERÍSTICAS	PINHÃO (Z1)	COROA (Z2)
Tipo de tratamento	Aço cementado	Aço com têmpera superficial
Designação	20 MnCr 5	37 MnSi 5
Dureza HB (flanco do dente)	650 HB	560 HB
Tensão média de ruptura - <b><math>\sigma_{rup}</math></b>	120 kgf/cm <sup>2</sup>	100 Kgf/cm <sup>2</sup>

Figura 62 Tipos de Construção

$z_1$	$Y_e$ para $z_2/z_1$			
	1	2	5	$\infty$
14	0,142	0,165	0,190	0,216
17	0,150	0,180	0,212	0,243
20	0,155	0,189	0,225	0,260
30	0,159	0,201	0,246	0,289
50	0,160	0,207	0,256	0,304
150	0,162	0,213	0,265	0,318

Figura 63 Determinação do módulo

graus Engler a 50° C	$j_2$
1,5	0,70
3,0	0,75
5,0	0,80
9,0	0,90
13,5	1,00
19,0	1,10
26,0	1,20
35,0	1,30
40,0	1,35

Figura 64 Coeficiente de Forma de Dubbel

VARIÁVEL	VALOR	UN.	
Tensão normal - $\sigma_n$	422,5	kgf/mm <sup>2</sup>	$\sigma_n = 10 \cdot \left(\frac{HB}{100}\right)^2$
Tensão admissível - $\sigma_{adm}$	169	kgf/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_n \cdot j_1 \cdot j_2 \cdot j_3}{S_n}$			
VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
Estimativa do módulo - $m$	1,696243446	mm	-
Módulo normalizado - $m_n$	2,5		TABELA 9
$m = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 71620 \cdot N}{\sigma_{adm} \cdot \lambda \cdot Z_1^2 \cdot Y_e \cdot n_1}}$			

Figura 65 Coeficiente de Viscosidade

classe									
I	0,3	0,4	0,5	0,6	---	0,8	1	1,25	1,50
II	0,35	0,45	0,55	---	0,7	0,9	1,125	1,375	1,75
III	---	---	0,65	---	---	---	---	---	---
I	2	2,5	3	---	4	5	6	---	8
II	2,25	2,75	---	3,5	4,5	5,5	---	7	9
III	---	---	3,25	3,75	---	---	6,5	---	---
I	10	12	16	20	25	32	40	50	---
II	11	14	18	22	28	36	45	---	---
III	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Classe I: disponibilidade comercial alta.  
 Classe II: disponibilidade comercial média.  
 Classe III: disponibilidade comercial baixa.

Figura 66 Coeficiente de Viscosidade

## 9.5 Verificações

Partindo para a verificação dos componentes obtidos, identificamos os seguintes dados:

VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
Fator de sobrecarga - $\gamma$	1,3		TABELA 10
Rigidez do material - $\mu$	500000	kgf/mm	Para o aço
Erros de fabricação - $\alpha$	0,001	mm/mm	TABELA 11
Fator de concentração de tensões - $k_f$	1		GRÁFICO 6
Coefficiente da forma de Lewis para o pinhão Z1 - $Y_{t1}$	0,309		TABELA 12
Coefficiente da forma de Lewis para a coroa Z2 - $Y_{t2}$	0,4324		Valor interpolado TABELA 12
Fator de aplicação - $K_A$	1,5		TABELA 13
Velocidade tangencial do pinhão Z1 - $V_t$	2,413353113	m/s	-
Velocidade tangencial da coroa Z2 - $V_t'$	2,423039301	m/s	-
Fator de velocidade do pinhão Z1 - $CV_1$	0,575		Para $V_t = 2,413353$ m/s GRÁFICO 7
Fator de velocidade da coroa Z2 - $CV_2$	0,575		Para $V_t' = 2,423039$ m/s GRÁFICO 7
Fator de vida - $L_f$	1		Vida infinita
Pi - $\pi$	3,141593		-

$$V_t = \frac{\pi \cdot n \cdot Z \cdot m_e}{6 \cdot 10^4}$$

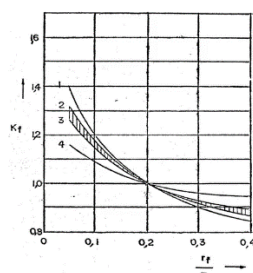
Figura 67 Fórmula

aplicação da engrenagem	$\gamma$
automóveis (baixa sobrecarga)	1,15 a 1,25
caminhões (média sobrecarga)	1,25 a 1,35
tratores (alta sobrecarga)	1,40 a 1,50

Figura 68 Fator de Sobrecarga

fabricação	$\alpha$ (mm/mm)
dentes fresados (média qualidade)	0,002
dentes retificados (alta qualidade)	0,001
dentes lapidados (altíssima qualidade)	0,0005

Figura 69 Erros de Fabricação



- Curva 1 - material submetido a tratamento térmico superficial (alta resistência)
- Curva 2 - material cementado
- Curva 3 - material cementado
- Curva 4 - aço SAE 1045 a 1050 sem tratamento

Figura 70 Fator de Concentração de Tensões

número de dentes	$\theta=14^{\circ}30'$	$\theta=20^{\circ}$	pinhões pequenos $\theta=20^{\circ}$ alt. total	$\theta=20^{\circ}$ rebaixado
15	0,245	0,290		0,350
16	0,254	0,296		0,362
17	0,264	0,303		0,368
18	0,270	0,309		0,378
19	0,277	0,314		0,388
20	0,283	0,322		0,394
21	0,289	0,328		0,400
22	0,292	0,331		0,406
24	0,299	0,337		0,416
26	0,308	0,346		0,425
28	0,314	0,353		0,432
30	0,318	0,359		0,438
34	0,327	0,371		0,447
38	0,333	0,384		0,457
43	0,340	0,397		0,463
50	0,346	0,409		0,476
60	0,355	0,422		0,485
75	0,361	0,435		0,497
100	0,367	0,447		0,507
150	0,374	0,460		0,520
300	0,383	0,472		0,535
cremalheira	0,390	0,485		0,552

Figura 71 Coeficiente da forma de Lewis para a coroa Z2

Órgão acionador	Órgão acionado		
	uniforme: compressores centrífugos, agitadores de líquidos, correias transportadoras (avanço uniforme), sistemas de translação de carrinhos, pontes e pórticos, sistemas de rotação de guindastes	choques moderados: agitadores para sólido-líquido, correias transportadoras (avanço não uniforme), sistemas de elevação de carga das pontes e guindastes, elevadores, máquinas operatrizes com arranque de cavaco	choques severos: compressores monocilíndricos, transportadores alternativos, britadores, peneira vibratória
uniforme: motores elétricos, turbinas	1,00	1,25	1,75
choques pequenos: motores de combustão interna multi-cilíndricos	1,10	1,35	1,80
choques severos: motores de combustão interna monocilíndricos	1,25	1,50	1,85

Figura 72 Fator de Aplicação

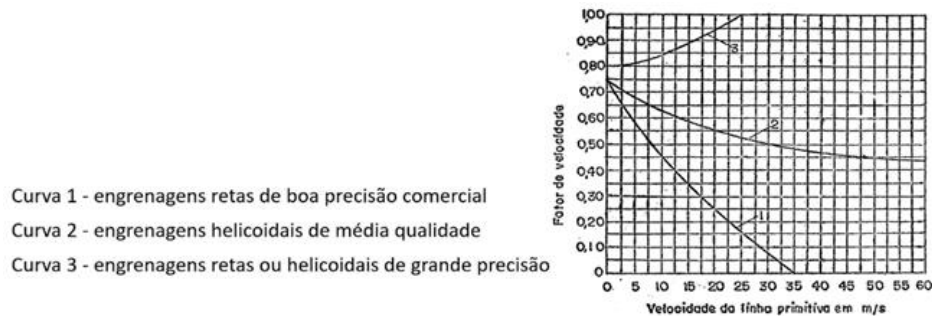


Figura 73 Fator de Velocidade

VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
Momento de Torção - Mt	685,4623923	kgfmm	-
1º diâmetro primitivo - Dp1	45 mm	4,5 cm	-
2º diâmetro primitivo - Dp2	180 mm	18 cm	-
Força Tangencial - Ft	304,6499521	kgf	-
Força Majorada - F*	396,0449378	kgf	-
Largura do dente - l	62,5 mm		-

$$Mt = \frac{71620 \cdot N}{n1}$$

$$DP_1 = Z_1 \cdot m$$

$$DP_2 = Z_2 \cdot m$$

$$Ft = 2 \frac{Mt}{Dp}$$

$$F^* = \gamma \cdot Ft$$

$$l = \lambda \cdot m$$

Figura 74 Contas e variáveis

Comprimento do dente - <b>b</b>	62,5 mm	-
Área de contato do dente - <b>le'</b>	68,99388018 mm	-
Área de contato do dente corrigida - <b>le</b>	62,5 mm	Optar pelo menor valor entre <b>b</b> e <b>le'</b>
Fator de distribuição de força sobre o dente - <b>Ke</b>	1,820613948	-
Velocidade tangencial - <b>Vt</b>	2,413353113 m/s	-
1º raio primitivo - <b>rp1</b>	22,5 mm	-
2º raio primitivo - <b>rp2</b>	90 mm	-

$$b = \frac{l}{\cos \beta}$$

$$le = \sqrt{\frac{2 \cdot Ft}{\mu \cdot \alpha}} \cdot b$$

$$Ke = \left( \frac{\mu \cdot \alpha}{2 \cdot Ft} \right) \cdot \left( \frac{le}{b} \right)^2 + 1$$

$$Vt = \frac{\pi \cdot Dp \cdot Ne}{6 \cdot 10^4}$$

$$rp1 = \frac{DP1}{2}$$

$$rp2 = \frac{DP2}{2}$$

Figura 75 Contas e variáveis

1º raio externo - <b>re1</b>	25 mm	-
2º raio externo - <b>re2</b>	92,5 mm	-
1º raio da base - <b>rb1</b>	21,14308397 mm	-
2º raio da base - <b>rb2</b>	84,57233587 mm	-
Grau de Reconhecimento Frontal - <b>εc</b>	1,670683211	-

$$re1 = \frac{DP1 + 2 \cdot m}{2}$$

$$re2 = \frac{DP2 + 2 \cdot m}{2}$$

$$rb1 = \frac{DP1 \cdot \cos \theta}{2}$$

$$rb2 = \frac{DP2 \cdot \cos \theta}{2}$$

$$\epsilon c = \frac{\sqrt{re1^2 - rb1^2} + \sqrt{re2^2 - rb2^2} - (rp1 + rp2) \cdot \text{sen} \theta}{\pi \cdot m \cdot \cos \theta}$$

Figura 76 Contas e variáveis

VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
1º Fator de Lewis Corrigido - <b>Yc1</b>	0,516241112		-
2º Fator de Lewis Corrigido - <b>Yc2</b>	0,722403421		-
Tensão Admissível para o pinhão Z1 - <b>σadm</b>	39 kgf/mm²		Para aços cementados TABELA 14
- <b>σf</b>	15,54611 kgf/mm²	23,31917 kgf/mm²	-
PINHÃO NÃO FALHA POR TRAÇÃO			
Tensão Admissível para a coroa Z2 - <b>σadm'</b>	25 kgf/mm²		Para aços temperados TABELA 14
- <b>σf'</b>	11,1095 kgf/mm²	16,66426 kgf/mm²	-
COROA NÃO FALHA POR TRAÇÃO			

$$Yc1 = Yt1 \cdot \epsilon c$$

$$Yc2 = Yt2 \cdot \epsilon c$$

$$\sigma f = \frac{Ka}{Lj} \leq \sigma adm$$

$$\sigma f = \frac{F \cdot Ke \cdot Kf}{m \cdot l \cdot Yc1 \cdot Cv}$$

$$\sigma f' = \frac{Ka}{Lj} \leq \sigma adm'$$

$$\sigma f' = \frac{F \cdot Ke \cdot Kf}{m \cdot l \cdot Yc2 \cdot Cv}$$

Figura 77 Verificação pela equação de Lewis

Material	Dureza		$\sigma_{fadm} [kgf/cm^2]$	
	Brinell	Rockwell C	Retas ou Helicoidais	Cônicas
fofo cinzento	160-200		350	200
fofo nodular	210-245		500	300
aço	160-200		1.400	700
aço	210-245		1.550	800
aço beneficiado	302-351	33-38	2.250	1.050
aço temperado	455-525	48-53	2.500	1.250
aço cementado	615-706	58-63	3.900	2.100

Figura 78 Tensões Admissíveis (Equação de Lewis)

Tensão Admissível para o pinhão Z1 - <b>σadm</b>	140 kgf/mm²		Para aços cementados TABELA 15
Tensão de Compressão para o pinhão Z1 - <b>σc</b>	99,01688 kgf/mm²	121,2704 kgf/mm²	-
PINHÃO NÃO FALHA POR COMPRESSÃO			
Tensão Admissível para a coroa Z2 - <b>σadm'</b>	112 kgf/mm²		Para aços temperados TABELA 15
Tensão de Compressão para a coroa Z2 - <b>σc'</b>	49,50844 kgf/mm²	60,63521 kgf/mm²	-
COROA NÃO FALHA POR COMPRESSÃO			

$$\sigma c = \frac{0,7}{\sqrt{\left( \frac{1}{E1} + \frac{1}{E2} \right) \cdot \cos \theta \cdot \text{sen} \theta}} \cdot \sqrt{\frac{Ft \cdot Ke}{le \cdot DP1 \cdot Cv}} \cdot \left( l + \frac{1}{i} \right)$$

$$\sigma c = \frac{0,7}{\sqrt{\left( \frac{1}{E1} + \frac{1}{E2} \right) \cdot \cos \theta \cdot \text{sen} \theta}} \cdot \sqrt{\frac{Ft \cdot Ke}{le \cdot DP2 \cdot Cv}} \cdot \left( l + \frac{1}{i} \right)$$

Figura 79 Verificação pelo método de Hertz



Material	Dureza		$\sigma_{cadm} [kgf/cm^2]$
	Brinell	Rockwell C	
bronze, bronze fosforoso			2.500
fofo cinzento	160-200		3.500
fofo nodular	210-245		4.200
aço	160-200		4.200
aço	210-245		4.900
aço beneficiado	302-351	33-38	7.000
aço temperado	455-525	48-53	11.200
aço cementado	615-706	58-63	14.000

Figura 80 Tensões Admissíveis (Método de Hertz)

PINHÃO Z1 - ESPECIFICAÇÕES			
ELEMENTO	VALOR	UN.	EQUAÇÃO
Z1	18		-
$\theta$	20 °		-
l	62,5 mm		-
m	2		-
ad	2		$ad = m$
dd	2,4 mm		$dd = 1,2 \cdot m$
Dp1	36 mm		$DP_1 = m \cdot Z_1$
De	40 mm		$De = Dp + 2 \cdot ad$
Db	33,82893435 mm		$Db = Dp \cdot \cos \theta$
Di	31,2 mm		$Di = Dp - 2 \cdot dd$
Ps	7,8539825 mm		$Ps = \pi \cdot m$
h	4,8 mm		$h = ad \cdot dd$
Rf	0,75 mm		$Rf = 0,3 \cdot m$

Figura 81 Especificações

COROA Z2 - ESPECIFICAÇÕES			
ELEMENTO	VALOR	UN.	EQUAÇÃO
Z2	72		-
$\theta'$	20 °		-
l'	62,5 mm		-
m'	2		-
ad'	2		$ad = m$
dd'	2,4 mm		$dd = 1,2 \cdot m$
Dp2	144 mm		$DP_2 = m \cdot Z_2$
De'	148 mm		$De = Dp + 2 \cdot ad$
Db'	135,3157374 mm		$Db = Dp \cdot \cos \theta$
Di'	139,2 mm		$Di = Dp - 2 \cdot dd$
Ps'	7,8539825 mm		$Ps = \pi \cdot m$
h'	4,8 mm		$h = ad \cdot dd$
Rf'	0,75 mm		$Rf = 0,3 \cdot m$

Figura 82 Especificações



## 9.6 Dados de entrada

Estabelecemos, logo no início do dimensionamento dos eixos, alguns parâmetros dimensionais, representados na tabela e croqui a seguir:

DADOS DE ENTRADA (DIMENSÕES DO 1º EIXO)			
VARIÁVEL	OBSERVAÇÕES	VALOR	UNIDADE
Alojamento dos mancais (larg. dos rolamentos) - L1	Catálogo NSK	20 mm	
L2	-	10 mm	
L3	-	100 mm	
Largura do 1º pinhão - I1	-	62,5 mm	
Comprimento entre apoios - L'	-	202,5 mm	
Comprimento total - L	-	342,5 mm	
Distância até o centro do 1º pinhão - Dcp1	-	51,25 mm	
Material do eixo	Aço cementado 20 MnCr 5	-	
Tensão de ruptura - $\sigma_{rup}$	Aço cementado	120 kgf/mm <sup>2</sup>	
Tensão de escoamento - $\sigma_{esc}$	Aço cementado	140 kgf/mm <sup>2</sup>	

Figura 83 - Dados de entrada

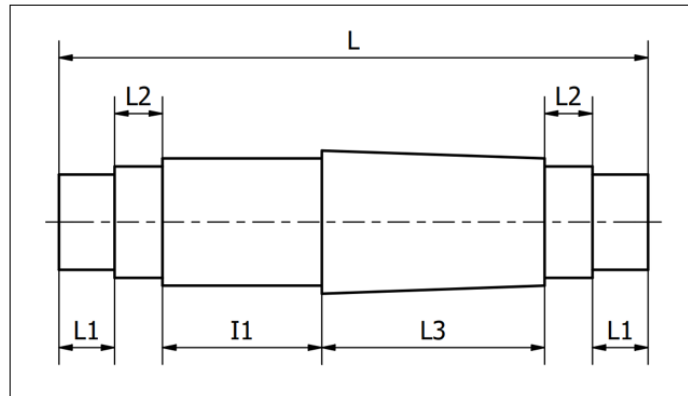


Figura 84 Eixo 1

VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
Coefficiente de forma - $\beta$	1		Para engrenagens de dentes retos
Momento torsor - Mt	127,4849193 kgf.mm		-
Força tangencial atuante no 1º eixo - Ft1	304,6499521 kgf		-
Força radial atuante no 1º eixo - Fr1	110,9004051 kgf		-
Ângulo de pressão - $\theta$	20 °		-
Comprimento parcial - l	151,25 mm		-

Figura 85 Fórmulas

VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
Rva	28,06738648 kfg		-
Rvb	82,83301863 kgf		-
Mvmáx	4245,192205 kgf.mm		-
Momento fletor combinado no 1º eixo - Mc1	12410,44238 kgf.mm		Equação referenciada
Momento ideal no 1º eixo - Mi1	12410,54714 kgf.mm		Equação referenciada

Figura 86 Fórmulas

VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
Rva	28,06738648 kfg		-
Rvb	82,83301863 kgf		-
Mvmáx	4245,192205 kgf.mm		-
Momento fletor combinado no 1º eixo - Mc1	12410,44238 kgf.mm		-
Momento ideal no 1º eixo - Mi1	12410,54714 kgf.mm		-

Figura 87 Fórmulas

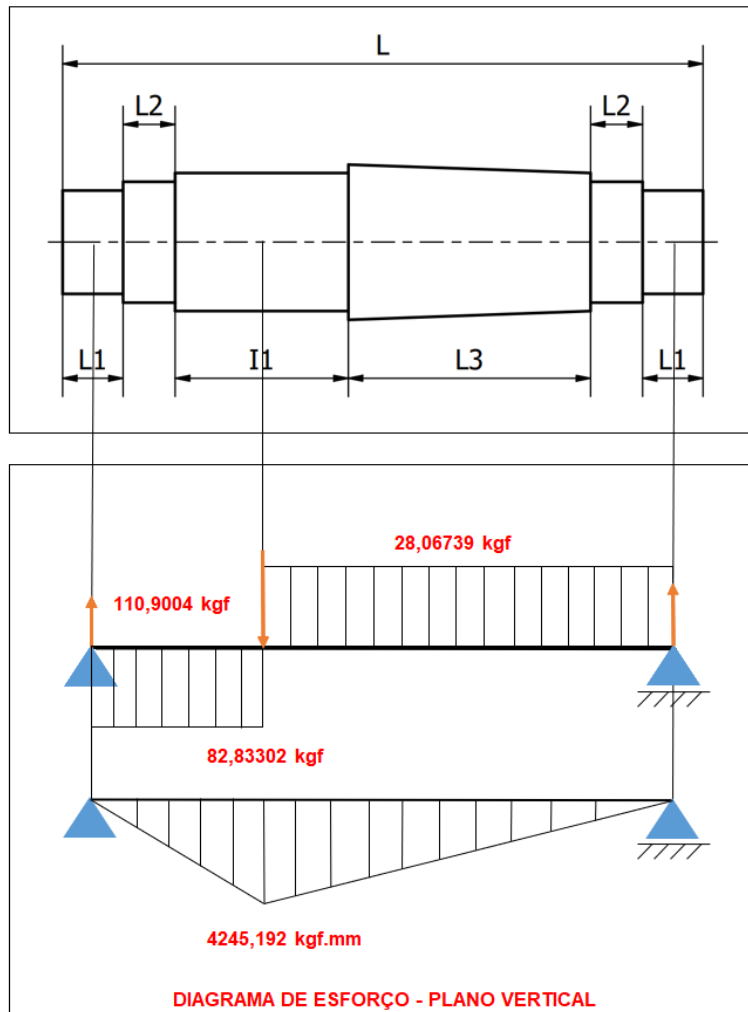


Figura 88 Diagrama de esforço

### 9.6.1 Momento fletor no plano horizontal

VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
Rha	77,10276566	kgf	-
Rhb	227,5471865	kgf	-
Mhmáx	11661,79331	kgf.mm	-
$\alpha$	0,8		Para flexão alternada

Figura 89 Momento fletor

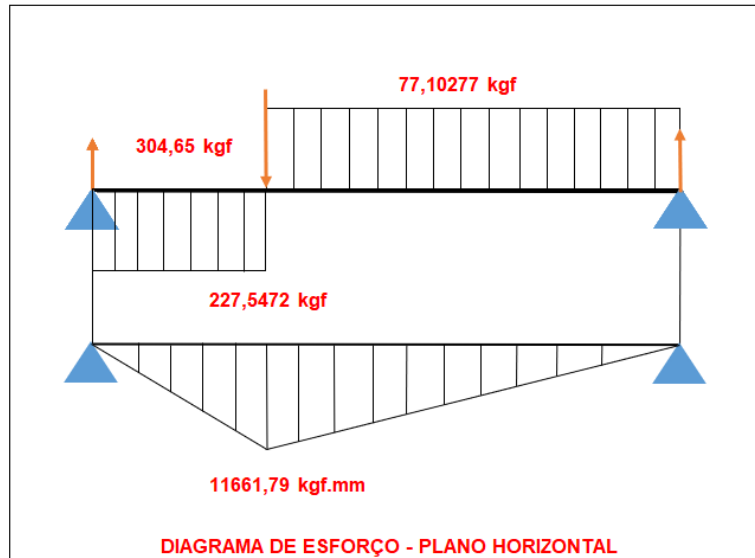


Figura 90 Diagrama de esforço

### 9.6.2 Cálculo a estática

CÁLCULO À ESTÁTICA			
VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
a	1		Assumindo $\sigma_{perigosa} = \sigma_{escoamento}$
b	2,5		Para cargas alternadas
c	2		Para um modo de aplicação gradual
d	2		Material frágil
Coefficiente de segurança - CS	10		-
Tensão admissível - $\sigma_{adm}$	14 kgf/mm <sup>2</sup>		-
Diâmetro mínimo calculado - D1min'	20,84558231 mm		-
Diâmetro do 1º eixo à estática - D1'	25 mm		-

Figura 91 Cálculo

### 9.6.3 Cálculo a fadiga

CÁLCULO À FADIGA			
VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
SN	2		Material frágil
C	1,25		$1,5 \geq C \geq 1,0$
bo	0,95		Valor interpolado TABELA 16
$\sigma_{fw10}$	43 kgf/mm <sup>2</sup>		-
$\sigma_{fw}$	40,85 kgf/mm <sup>2</sup>		-
Tensão admissível - $\sigma_{adm}$	16,34 kgf/mm <sup>2</sup>		-
Diâmetro mínimo calculado - D1min''	19,79882237 mm		-
Diâmetro do 1º eixo à fadiga - D1''	20 mm		-

Figura 92 Cálculo

## 9.6.4 Especificações finais

VARIÁVEL	VALOR	UN.	OBSERVAÇÕES
Diâmetro do 1º eixo - D1	25 mm		-

Figura 93 Variável

## 9.7 Dimensionamento do segundo eixo

### 9.7.1 Dados de entrada

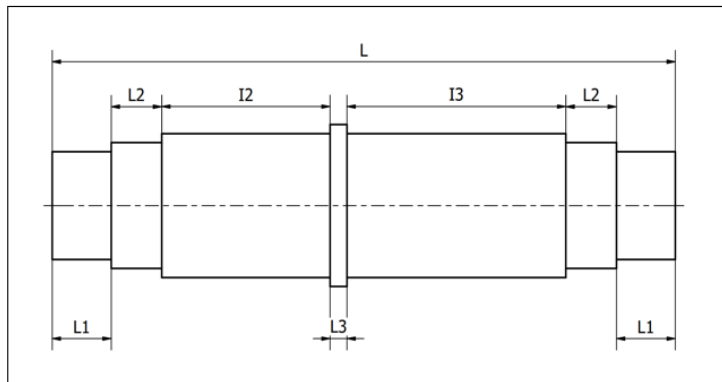


Figura 94 Segundo eixo

### 9.7.2 Momento fletor no plano vertical

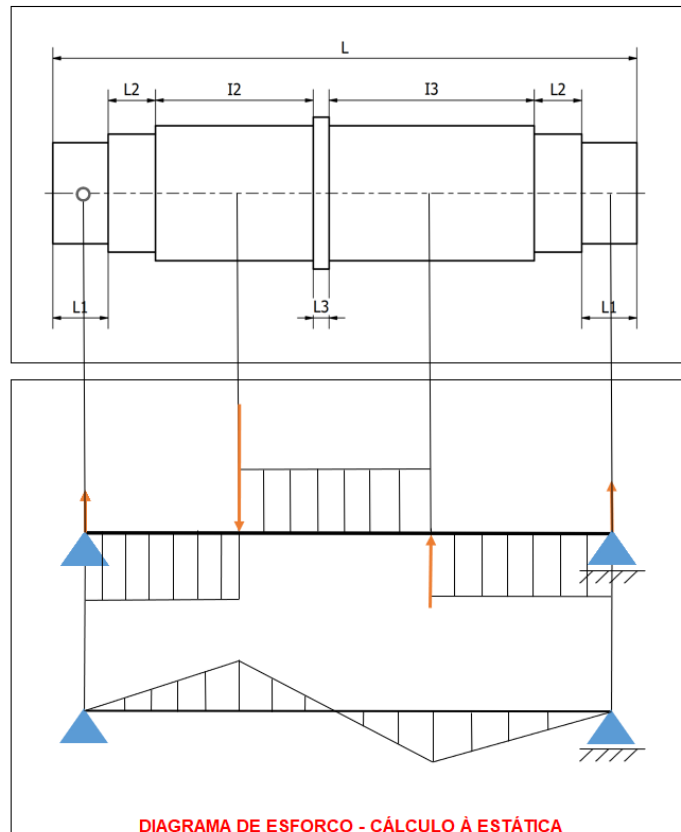


Figura 95 Momento fletor 2º eixo

### 9.7.3 Momento fletor no plano horizontal

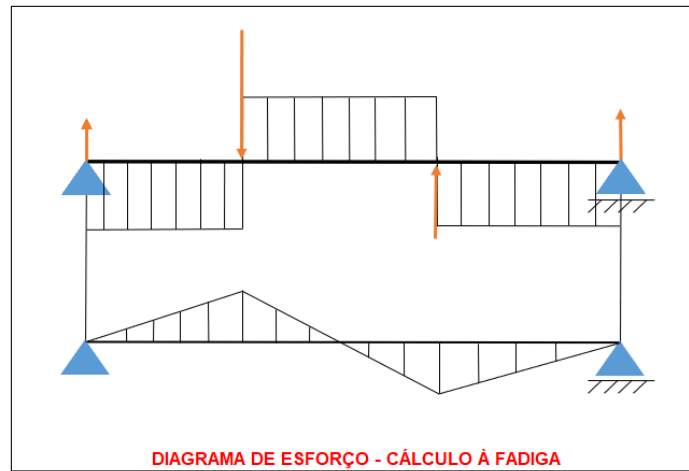


Figura 96 Diagrama de esforço

### 9.8 Dimensionamento 3º eixo

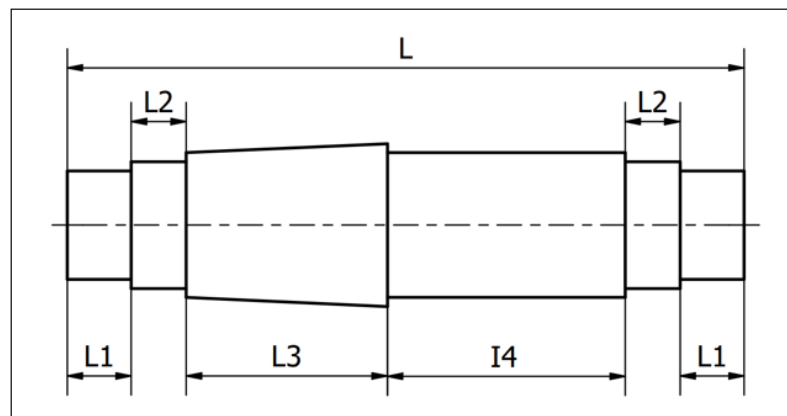


Figura 97 3º eixo

### 9.8.1 Momento fletor no plano vertical

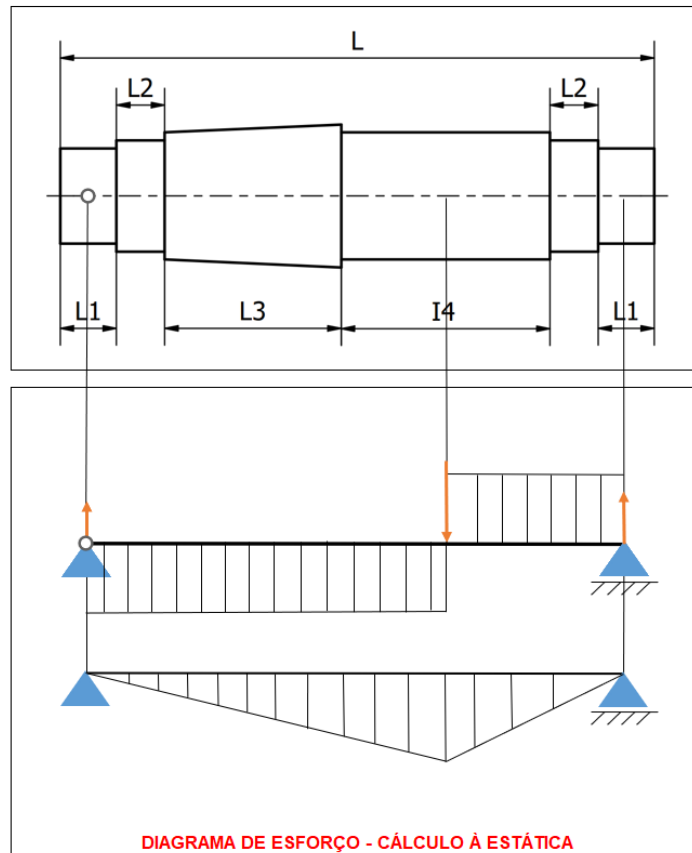


Figura 98 Diagrama de esforço 3° eixo

### 9.8.2 Momento fletor no plano horizontal

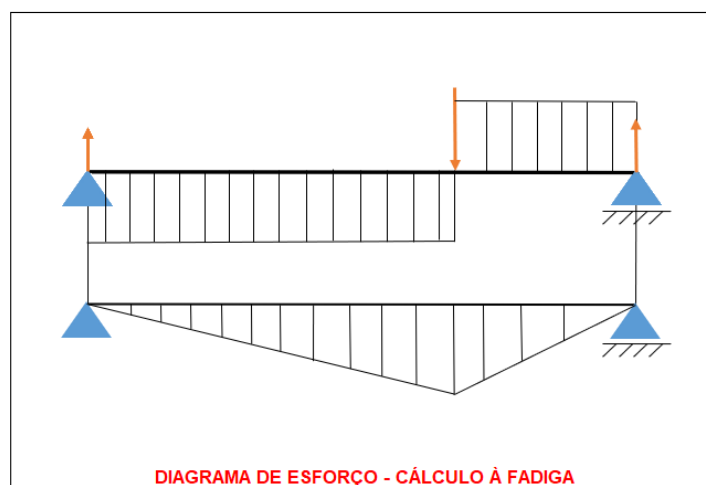


Figura 99 Diagrama de esforço

Através do relatório, pudemos estabelecer os dados iniciais de dimensionamento da caixa de redução, possibilitando que, ao darmos prosseguimento ao seu desenvolvimento, realizemos a sua execução.

Pontos de desenvolvimento e aprimoramento

Conclusão do dimensionamento dos eixos, elementos de união eixo-cubo e eixo-eixo.

Dimensionamento das engrenagens cônicas de dentes retos, utilizadas na transmissão do movimento para o diferencial dianteiro, permitindo o engate da transmissão nas quatro rodas

Modelagem dos componentes e montagem final da caixa de redução.

Análise de elementos finitos nos componentes críticos do sistema de transmissão, assegurando, através das simulações, a durabilidade do sistema quando submetido as suas cargas de trabalho típicas.

## **9.9 – Sistema 4x4 2WD**

O sistema 4x4 consiste em um desenvolvimento com o subsistema Powertrain, mais conhecida com caixa de redução.

Com isso todo o desenvolvimento da caixa de redução está sendo feita para ser ligado ao diferencial dianteiro que será acoplado as rodas dianteiras, transformando o baja no off road 4X4.

Com base nas pesquisas similares de mercado, podemos encontrar um diferencial que já é produzido em massa, que é o Diferencial Transmissão Dianteiro Honda Fourtrax 420 ano 2008.



**Figura 100 - Diferencial dianteiro**

Porém para a finalização da caixa de redução, precisamos das medidas deste diferencial para conseguir finalizar o projeto por um todo.

## **10. Conclusões**

Podemos concluir que o projeto está em fase de finalização, faltando a aprovação e a compra de alguns materiais para que possamos ter as medidas finais para concluir o projeto.

Portanto, com base em todos os estudos até o momento, criamos um cronograma de tempo, onde estamos visando um número de dias necessários para concluirmos o projeto juntamente com a parte física montada.

Este cronograma foi desenvolvido com base nas horas que temos disponíveis durante os dias de aula, ou seja, 3 horas por dia de segunda a sábado.



# EEP BAJA

ESCOLA DE ENGENHARIA DE PIRACICABA  
4X4

PROJETO	Dias de Aula	DURAÇÃO (HORAS)
<b>Revisão dos projetos</b>	<b>22</b>	<b>66:00:00</b>
Gestão	18	
Elétrica	3	
Powertrain	3	
Freio	3	
Suspensão e direção	3	
Design e ergonomia	6	
Calculo estrutural	4	
Marketing e Financeiro	2	
<b>Suspensão e Chassi</b>	<b>35</b>	
Cortar tubos chassi	4	
Cortar todos suspensão	5	
Dobrar tubos chassi	6	
Solda tubos chassi	24	
Solda tubos suspensão	6	
Solda orelhas de fixação	6	<b>87:00:00</b>
<b>Usinagem</b>	<b>30</b>	
Manga e cubo suspensão	30	
Caixa de direção	30	
Caixa de redução	30	
Buchas de nylon e bronze	30	
Orelhas de fixação	30	
Pedais acelerador e freio	30	
Disco de freio	30	
Pastilha de freio	30	<b>27:00:00</b>
<b>Pintura</b>	<b>9</b>	
Pintura chassi	3	
Pintura bandejas	6	<b>42:00:00</b>
<b>Montagem</b>	<b>14</b>	
Suspensão e direção	5	
Powertrain	7	
Freio	3	
Design e ergonomia	6	
Elétrica	5	<b>57:00:00</b>
<b>Testes T1</b>	<b>19</b>	
Manobrabilidade	3	
Velocidade final	3	
Tração	3	
Freio	3	
Suspensão	3	
Revisão e manutenção	3	<b>87:00:00</b>
<b>Testes T2</b>	<b>29</b>	
Eletrica	3	
testes mais pesados	3	
Revisão e manutenção	6	<b>60:00:00</b>
Conclusão do projeto	6	
<b>Relatório SAE Brasil</b>	<b>20</b>	
Resumo dos relatorios	6	<b>60:00:00</b>
Revisão e correção do resumo	6	
Entrega final	8	
<b>Total</b>	<b>148</b>	<b>531:00:00</b>

Figura 101 - Cronograma de tempo

Em relação ao custo do projeto, como nunca tivemos o projeto 4X4, desenvolvemos todas as peças novamente envolvendo suportar o novo sistema, portanto nosso custo é apresentado pela tabela – Custos total.

0 Área	1340 Quantidade de itens	R\$ 173.002,40 Total	
Estrutura	43	R\$	13.194,10
Eletrônica	540	R\$	5.207,70
Freio	199	R\$	8.232,60
Powertrain	12	R\$	43.400,00
Suspensão e Direção	149	R\$	65.200,00
Design	282	R\$	5.588,00
Marketing	6	R\$	4.800,00
Gestão	109	R\$	27.380,00

**Figura 102 - Custos total**

Em mais detalhes por cada área.

	<b>Total Geral</b>		43		R\$ 611,60	<b>R\$ 13.194,10</b>	
Item	Un. de medida	Quantidade	Valor unitário	Valor total			
Membros primários	M	20	R\$ 290,90	R\$ 5.818,00			
Membros secundários	M	23	R\$ 320,70	R\$ 7.376,10			

**Figura 103 - Custos Estrutura**

Item	Total Ge 540		R\$ 2.517,45		R\$ 5.207,70	
	Jn. de med	Quant.	Valor unitário		Valor total	
Módulo Bluetooth RS232 HC-05	un	0	R\$	-	R\$	-
Módulo RF Wireless LoRa 433MHz	un	0	R\$	-	R\$	-
Display LCD TFT Touch Shield 3.5" para Arduino	un	2	R\$	560,00	R\$	1.120,00
Mini Caixa Organizadora com 08 Divisórias EP-190	un	2	R\$	22,30	R\$	44,60
Caixa Organizadora com Bandeja e 6 Divisórias	un	1	R\$	52,30	R\$	52,30
Led Wearable RGB x7 WS2812 5050 Endereçável	un	0	R\$	-	R\$	-
Placa de Fenolite Virgem Simples 10x10	un	5	R\$	65,00	R\$	325,00
Placa de Fenolite Virgem Simples 20x20	un	0	R\$	-	R\$	-
Placa de Fenolite Virgem Simples 15x15	un	0	R\$	-	R\$	-
Sensor de Frequência Cardíaca	un	0	R\$	-	R\$	-
Sensor de Temperatura Pt100 à Prova D'água	un	2	R\$	24,90	R\$	49,80
Regulador de Tensão 7805 5V	un	10	R\$	2,50	R\$	25,00
Resistor 150KΩ 1/4W x20 Unidades	un	4	R\$	5,40	R\$	21,60
Resistor 51KΩ 1/4W x20 Unidades	un	4	R\$	5,40	R\$	21,60
Resistor 470Ω 1/4W x20 Unidades	un	4	R\$	5,40	R\$	21,60
Resistor 100Ω 1/4W x20 Unidades	un	4	R\$	5,40	R\$	21,60
Resistor 3.3KΩ 1/4W x20 Unidades	un	4	R\$	5,40	R\$	21,60
Resistor 68KΩ 1/4W x20 Unidades	un	4	R\$	5,40	R\$	21,60
Resistor 100KΩ 1/4W x20 Unidades	un	4	R\$	5,40	R\$	21,60
Resistor 10KΩ 1/4W x20 Unidades	un	4	R\$	5,40	R\$	21,60
Optoacoplador 4N25	un	10	R\$	2,40	R\$	24,00
Par de conector automotivo 6 vias fema e macho	un	16	R\$	45,00	R\$	720,00
Sensor capacitivo LJC18A3-B-Z/BY PNP	un	2	R\$	128,60	R\$	257,20
Botoeira de emergencia	un	10	R\$	12,90	R\$	129,00
Bloco de contato N/A	un	10	R\$	12,30	R\$	123,00
Rádio Comunicador VHF (HT)	un	2	R\$	295,00	R\$	590,00
MULTI CARREGADOR E BALANCEADOR IMAX B6AC	un	1	R\$	360,00	R\$	360,00
BATERIA DE LIPO 5200MAH 11,1V 3S	un	1	R\$	450,00	R\$	450,00
Terminal garfo 2,50mm - AZUL	un	50	R\$	0,50	R\$	25,00
Terminal garfo 2,50mm - VERMELHO	un	50	R\$	0,50	R\$	25,00
Terminal garfo 0,50mm - AMARELO	un	100	R\$	0,35	R\$	35,00
Terminal garfo 0,50mm - AZUL	un	100	R\$	0,35	R\$	35,00
Terminal garfo 0,50mm - VERMELHO	un	100	R\$	0,35	R\$	35,00
Rolo de fio flexível 0,50mm de 25M - VERMELHO	un	1	R\$	40,00	R\$	40,00
Rolo de fio flexível 0,50mm de 25M - AZUL	un	1	R\$	40,00	R\$	40,00
Rolo de fio flexível 0,50mm de 25M - PRETO	un	1	R\$	40,00	R\$	40,00
Rolo de fio flexível 0,50mm de 25M - VERDE	un	1	R\$	40,00	R\$	40,00
Rolo de fio flexível 0,50mm de 25M - MARROM	un	1	R\$	40,00	R\$	40,00
Rolo de fio flexível 0,50mm de 25M - AMARELO	un	1	R\$	40,00	R\$	40,00
Rolo de fio flexível 0,50mm de 25M - CINZA	un	1	R\$	40,00	R\$	40,00
Rolo de fio flexível 2,50mm de 25M - VERMELHO	un	1	R\$	60,00	R\$	60,00
Rolo de fio flexível 2,50mm de 25M - PRETO	un	1	R\$	60,00	R\$	60,00
Fita isolante 50m	un	5	R\$	6,00	R\$	30,00
Fita termica isolante 5m	un	5	R\$	20,00	R\$	100,00
Porta fusivel	un	10	R\$	3,00	R\$	30,00
Chave alavanca liga desliga	un	5	R\$	10,00	R\$	50,00

Figura 104 - Custos Eletrônica

		<b>Total Geral</b>	<b>199</b>	<b>R\$</b>	<b>1.826,20</b>	<b>R\$</b>	<b>8.232,60</b>
Item	Un. de medida	Quantidade	Valor unitário	Valor total			
Disco de freio	un	6	R\$ 200,00	R\$ 1.200,00			
Pedal	un	3	R\$ 200,00	R\$ 600,00			
Pinças	un	5	R\$ 450,00	R\$ 2.250,00			
Balance bar	un	2	R\$ 200,00	R\$ 400,00			
Cilindro mestre	un	3	R\$ 330,00	R\$ 990,00			
Linha rigida de kombi	un	3	R\$ 70,00	R\$ 210,00			
Fluído de freio Dot4 (0,5L)	un	5	R\$ 30,00	R\$ 150,00			
Interruptor de pressão	un	4	R\$ 25,00	R\$ 100,00			
"T"	un	4	R\$ 85,00	R\$ 340,00			
Anilha 3/16	un	30	R\$ 0,10	R\$ 3,00			
Valv. Esférica 3/16	un	2	R\$ 55,00	R\$ 110,00			
Niple	un	30	R\$ 0,30	R\$ 9,00			
Aero Quep D (50cm)	un	3	R\$ 60,00	R\$ 180,00			
Aero Quep T (80cm)	un	3	R\$ 75,00	R\$ 225,00			
Pastilhas	un	32	R\$ 45,00	R\$ 1.440,00			
Parafuso 8mm/45	un	32	R\$ 0,40	R\$ 12,80			
Parafuso 6mm/45	un	32	R\$ 0,40	R\$ 12,80			

Figura 105 - Custos freio

		<b>Total Geral</b>	<b>12</b>	<b>R\$</b>	<b>37.400,00</b>	<b>R\$</b>	<b>43.400,00</b>
Item	Un. de medida	Quantidade	Valor unitário	Valor total			
CVT	un	1	R\$ 7.800,00	R\$ 7.800,00			
Motor	un	1	R\$ 6.800,00	R\$ 6.800,00			
Pedal	un	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00			
Caixa de redução	un	1	R\$ 16.000,00	R\$ 16.000,00			
Semi eixos	un	6	R\$ 1.200,00	R\$ 7.200,00			
Cardam	un	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00			
Diferencial Dianteiro	un	1	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00			

Figura 106 - Custos Powertrain

		<b>Total Geral</b>	<b>149</b>	<b>R\$</b>	<b>15.078,00</b>	<b>R\$</b>	<b>65.200,00</b>
Item	Un. de medida	Quantidade	Valor unitário	Valor total			
Coluna de direção	un	2	R\$ 200,00	R\$ 400,00			
Amortecedor	un	4	R\$ 800,00	R\$ 3.200,00			
Pneu	un	4	R\$ 600,00	R\$ 2.400,00			
Rolamento	un	12	R\$ 25,00	R\$ 300,00			
Volante	un	2	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00			
Caixa de diereção	un	1	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00			
Manga de eixo	un	6	R\$ 4.500,00	R\$ 27.000,00			
Bandeja	un	8	R\$ 350,00	R\$ 2.800,00			
Eixo de direção axial	un	4	R\$ 400,00	R\$ 1.600,00			
Cubos Diant. & trazeiro	un	6	R\$ 3.700,00	R\$ 22.200,00			
Parafusos e porcas	un	100	R\$ 3,00	R\$ 300,00			

Figura 107 - Custos Suspensão e Direção

	<b>Total Geral</b>		<b>282</b>	<b>R\$ 3.027,80</b>	<b>R\$ 5.588,00</b>
<b>Item</b>	<b>Un. de medida</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Valor total</b>	
Fita hellerman 15 c/1000	un	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00	
Silicone PU	un	9	R\$ 20,00	R\$ 180,00	
Feixo FB/E2	un	8	R\$ 15,00	R\$ 120,00	
Espuma "de ar condicionado"	un	1	R\$ 210,00	R\$ 210,00	
Corino 3m	un	3	R\$ 70,00	R\$ 210,00	
Ziper	un	40	R\$ 7,00	R\$ 280,00	
Adesivos	un	4	R\$ 120,00	R\$ 480,00	
Tinta	un	2	R\$ 390,00	R\$ 850,00	
Lixa de mão 120gr	un	40	R\$ 2,00	R\$ 80,00	
Rebite	un	120	R\$ 0,50	R\$ 60,00	
SilverTape	un	4	R\$ 15,00	R\$ 60,00	
Fita dupla face	un	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00	
Tinner	un	1	R\$ 24,00	R\$ 24,00	
Superbonder	un	8	R\$ 36,00	R\$ 288,00	
Tinta spray	un	3	R\$ 29,00	R\$ 87,00	

**Figura 108 – Custos Design e Ergonomia**

	<b>Total Geral</b>		<b>6</b>	<b>R\$ 2.400,00</b>	<b>R\$ 4.800,00</b>
<b>Item</b>	<b>Un. de medida</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Valor total</b>	
Banners e adesivos	un	2	R\$ 1.850,00	R\$ 3.700,00	
Livro do plano de negócios	un	2	R\$ 50,00	R\$ 100,00	
Publicidade	un	2	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00	

**Figura 109 - Custos Marketing**

	<b>Total Geral</b>		<b>109</b>	<b>R\$ 18.590,00</b>	<b>R\$ 27.380,00</b>
<b>Descrição</b>	<b>Un. de medida</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Valor Total</b>	
Hospedagem Nacional	un	22	R\$ 290,00	R\$ 6.380,00	
Transporte Nacional	un	1	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00	
Inscrição da equipe Nacional	un	1	R\$ 5.200,00	R\$ 5.200,00	
Caminhão Nacional	un	1	R\$ 700,00	R\$ 700,00	
Associação Anual	un	40	R\$ 150,00	R\$ 6.000,00	
Seguro Anual	un	42	R\$ 50,00	R\$ 2.100,00	
Guincho Nacional	un	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00	
Inscrição da equipe Regional	un	1	R\$ 5.200,00	R\$ 5.200,00	

**Figura 110 - Custos Gestão**

Como uma justificativa de mostrar que o que estamos fazendo no baja está relacionado ao aprendizado de algumas matérias, listamos algumas matérias que possuem uma relação ou até mesmo estudos mais profundos dentro do assunto apresentado em aula.

Eng. Civil				
Sem.	Código	Disciplinas	Trarefas	Area
1º Semestre	11044A	Cálculo I		
	11116A	Física I		
	17917A	Geometria Analítica	Suspensão dianteira e trazeira	Suspensão e Direção
	11828A	Introdução à Engenharia	Estudo e entendimento da área	todas
	11188A	Laboratório de Química Fundamental		
	11280A	Química Fundamental		
	11288A	Representação Gráfica	2D e 3D Inventor	Todas
	<b>TOTAL</b>			
2º Semestre	12046A	Cálculo II		
	12358A	Química Tecnológica		
	17917A	Álgebra Linear	Suspensão dianteira e trazeira	Suspensão e Direção
	12117A	Física II		
	12181A	Laboratório de Física I		
	11288A	Desenho Auxiliado por Computador	2D e 3D Inventor	Todas
	<b>TOTAL</b>			
3º Semestre	13047A	Cálculo III		
	13219A	Mecânica Geral	Caixa de redução	Powertrain
	13262A	Probabilidade e Estatística	Gerenciamento das areas	Gestão
	13706A	Métodos Numéricos		
	13118A	Física III		
	13878A	Introdução a Administração e Empreendedorismo	Gerenciamento financeiro	Gestão
13344A	Topografia Fundamental			
	<b>TOTAL</b>			
4º Semestre	14366A	Cálculo IV		
	14877A	Estática Aplicada		
	14019A	Algoritmos e Lógica de Programação	Circuitos e analise de dados	Eletrônica
	14209A	Materiais da Construção Civil I		
	14119A	Física IV		
	14182A	Laboratório de Física II		
	47879A	Geomática		
	<b>TOTAL</b>			
5º Semestre	11828A	Resistência dos Materiais na Construção Civil I	Estudo e entendimento da área	todas
	15889A	Hidrologia Básica		
	15130A	Geologia Geral		
	11828A	Materiais da Construção Civil II	Estudo e entendimento da área	todas
	15890A	Mecânica dos Fluidos	Freio	Freio
	15891A	Instalações Elétricas Prediais	Eletrica basica	Eletrônica
15892A	Projetos Arquitetônicos I			
	<b>TOTAL</b>			
<b>Sem.</b>	<b>Código</b>	<b>Disciplinas</b>		

Figura 111 - Grade Civil

6º Semestre	16909A	Resistência dos Materiais na Construção Civil II		
	16910A	Drenagem Superficial		
	16392A	Geologia de Engenharia		
	16063A	Construção Civil I		
	15890A	Fenômenos de Transporte	Freio	Freio
	15890A	Laboratório de Fenômenos de Transporte	Freio	Freio
	16766A	Legislação e Ética Profissional		
	16913A	Projetos Arquitetônicos II		
<b>TOTAL</b>				
7º Semestre	17334A	Teoria das Estruturas I		
	17914A	Projetos de Estruturas Metálicas I	Chassi	Calculo estrutural
	17915A	Fundamentos do Concreto Estrutural I		
	17064A	Construção Civil II		
	17917A	Mecânica dos Solos	Suspensão dianteira e trazeira	Suspensão e Direção
	17918A	Ensaio geotécnicos		
	17097A	Engenharia e Meio Ambiente		
	17516A	Hidráulica Geral		
<b>TOTAL</b>				
8º Semestre	18919A	Sistemas Hidráulicos		
	18623A	Portos e Vias Navegáveis		
	17914A	Projetos de Estruturas Metálicas II	Chassi	Calculo estrutural
	18920A	Fundações e Obras de Terra		
	18128A	Fundamentos do Concreto Estrutural II		
	18921A	Sistemas de Abastecimento de Agua		
	18335A	Teoria das Estruturas II		
	<b>TOTAL</b>			
9º Semestre	19618A	Concreto Armado I		
	19922A	Projetos de Estradas I		
	19261A	Pontes		
	19924A	Sistemas de Esgotamento Sanitário		
	15891A	Instalações Hidráulicas e Prediais	Eletrica basica	Eletrônica
	19350A	Transporte e Engenharia de Tráfego Urbano		
	19962A	Tópicos Especiais em Engenharia		
	19926A	Acompanhamento e Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso I		
<b>TOTAL</b>				
10º Semestre	10061A	Concreto Armado II		
	10923A	Projetos de Estradas II		
	10062A	Concreto Protendido		
	10622A	Gerenciamento de Obras e Qualidade na Construção		
	10259A	Planejamento Urbano e Regional		
	10927A	Acompanhamento e Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso II		
	<b>TOTAL</b>			

Figura 112 - Grade Civil

		Eng. Produção			
Sem.	Código	Disciplinas			
1º Semestre	81044A	Cálculo I			
	17917A	Geometria Analítica	Suspensão dianteira e trazeira		Suspensão e Direção
	81116A	Física I			
	81280A	Química Fundamental			
	81188A	Laboratório de Química Fundamental			
	11288A	Representação Gráfica	2D e 3D Inventor		Todas
	81828A	Introdução à Engenharia			
	<b>TOTAL</b>				
2º Semestre	82046A	Cálculo II			
	17917A	Álgebra Linear	Suspensão dianteira e trazeira		Suspensão e Direção
	82117A	Física II			
	82700A	Laboratório de Física			
	82830A	Química Tecnológica			
	11288A	Desenho Auxiliado por Computador	2D e 3D Inventor		Todas
	<b>TOTAL</b>				
3º Semestre	83047A	Cálculo III			
	83698A	Sociologia Aplicada			
	83706A	Métodos Numéricos			
	13262A	Probabilidade e Estatística	Gerenciamento das areas		Gestão
	83118A	Física III			
	83219A	Mecânica Geral			
	83872A	Materiais para Engenharia I			
11828A	Laboratório de Materiais para Engenharia I	Estudo e entendimento da área		todas	
	<b>TOTAL</b>				
4º Semestre	84366A	Cálculo IV			
	84876A	Engenharia de Produção Aplicada I			
	84701A	Gestão Administrativa	Gestão de pessoas		Gestão
	14019A	Algoritmos e Lógica de Programação	Circuitos e análise de dados		Eletrônica
	11828A	Materiais para Engenharia II	Estudo e entendimento da área		todas
	11828A	Laboratório de Materiais para Engenharia II	Estudo e entendimento da área		todas
	15890A	Termodinâmica	Freio		Freio
	84289A	Resistência dos Materiais	Avaliações estruturais		Calculo estrutural
	<b>TOTAL</b>				
5º Semestre	85863A	Tecnologia da Informação	Instalações dos softweres, e armazenamento de dados		todos
	85884A	Produção de Serviços			
	85724A	Metrologia Industrial			
	85709A	Pesquisa Operacional I			
	85710A	Introdução aos Sistemas de Produção			
	85885A	Engenharia de Produção Aplicada II			
85886A	Introdução à Economia				

Figura 113 - Grade Produção



	85602A	Gestão da Qualidade	Gestão de tempo x Tarefas	Gestão
	<b>TOTAL</b>			
<b>Sem.</b>	<b>Código</b>	<b>Disciplinas</b>		
6º Semestre	15890A	Fenômenos de Transporte	Freio	Freio
	86718A	Processos Produtivos I		
	86721A	Processos Produtivos I	Processos de manufatura	todos
	86721A	Pesquisa Operacional II	Processos de manufatura	todos
	86946A	Modelagem de Sistemas		
	86947A	Economia Aplicada à Engenharia de Produção		
	11828A	Criatividade e Empreendedorismo	Estudo e entendimento da área	todas
	<b>TOTAL</b>			
7º Semestre	86721A	Planejamento e Controle da Produção II	Processos de manufatura	todos
	86721A	Processos Produtivos II	Processos de manufatura	todos
	87313A	Sistemas Mecânicos		
	13878A	Introdução à Contabilidade	Gerenciamento financeiro	Gestão
	85602A	Controle Estatístico de Processo	Gestão de tempo x Tarefas	Gestão
	87950A	Engenharia de Produção Aplicada III		
	87951A	Projeto do Produto		
87952A	Laboratório de Projeto do Produto			
	<b>TOTAL</b>			
8º Semestre	88733A	Engenharia e Segurança do Trabalho		
	13878A	Custos Industriais e Orçamento	Gerenciamento financeiro	Gestão
	11828A	Legislação e Ética Profissional	Estudo e entendimento da área	todas
	88895A	Engenharia e Ambiente		
	85602A	Gestão de Projetos I	Gestão de tempo x Tarefas	Gestão
	86721A	Automação da Manufatura	Processos de manufatura	todos
	85602A	Gestão da Produção	Gestão de tempo x Tarefas	Gestão
88738A	Métodos Técnicos de Pesquisa			
88791A	Gestão Tecnológica			
	<b>TOTAL</b>			
9º Semestre	89739A	Logística I		
	84701A	Gestão de Recursos Humanos	Gestão de pessoas	Gestão
	13878A	Engenharia Econômica	Gerenciamento financeiro	Gestão
	89956A	Organização e Normas do Trabalho		
	89742A	Ergonomia	Ergonomia	Design e ergonomia
	89743A	Tópicos Avançados de Manufatura		
	89744A	Marketing Aplicado	Redes sociais	Marketing
	89944A	Acompanhamento e Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso I		
	89957A	TOC - Teoria das Restrições		
	89958A	Negócios Internacionais		
89959A	Manutenção Industrial			
	<b>TOTAL</b>			
	80747A	Logística II		

Figura 114 - Grade Produção

10º Semestre	80748A	Gestão da Manutenção		
	80749A	Projeto da Fábrica		
	85602A	Planejamento Estratégico	Gestão de tempo x Tarefas	Gestão
	80750A	Jogos Empresariais		
	80943A	Acompanhamento e Orientação de Estágio Supervisionado		
	80945A	Acompanhamento e Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso II		
	80963A	Tópicos Especiais em Engenharia		
	80954A	Gestão de Projetos II		
	<b>TOTAL</b>			
<b>Eng. Mecânica</b>				
<b>Sem.</b>	<b>Código</b>	<b>Disciplinas</b>		
1º Semestre	21044A	Cálculo I		
	21116A	Física I		
	17917A	Geometria Analítica	Suspensão dianteira e trazeira	Suspensão e Direção
	21280A	Química Fundamental		
	21188A	Laboratório de Química Fundamental		
	11288A	Representação Gráfica	2D e 3D Inventor	Todas
	21828A	Introdução à Engenharia		
		<b>TOTAL</b>		
2º Semestre	22046A	Cálculo II		
	17917A	Álgebra Linear	Suspensão dianteira e trazeira	Suspensão e Direção
	22117A	Física II		
	22181A	Laboratório de Física I		
	22358A	Química Tecnológica		
	11288A	Desenho Auxiliado por Computador I	2D e 3D Inventor	Todas
		<b>TOTAL</b>		
3º Semestre	23047A	Cálculo III		
	23057A	Comunicação e Expressão	Criação de eventos	Marketing
	13262A	Probabilidade e Estatística	Gerenciamento das areas	Gestão
	23118A	Física III		
	23219A	Mecânica Geral		
	11288A	Desenho Auxiliado por Computador II	2D e 3D Inventor	Todas
	23872A	Materiais para Engenharia I		
	23873A	Laboratório de Materiais para Engenharia I		
	<b>TOTAL</b>			
4º Semestre	24366A	Cálculo IV		
	24119A	Física IV		
	24182A	Laboratório de Física II		
	24882A	Metrologia Industrial	Utilização dos equipamentos de medição	todos
	24874A	Materiais para Engenharia II		
	24875A	Laboratório de Materiais para Engenharia II		
	24883A	Dinâmica		

**Figura 115 - Grade Produção -> Mecânica**

	24706A	Métodos Numéricos		
	<b>TOTAL</b>			
5º Semestre	14019A	Eletrotécnica	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	11828A	Resistência dos Materiais I	Estudo e entendimento da área	todas
	25212A	Mecânica Aplicada		
	15890A	Mecânica dos Fluidos	Freio	Freio
	14019A	Algoritmos e Lógica de Programação	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	84701A	Legislação e Ética Profissional	Gestão de pessoas	Gestão
	25339A	Termodinâmica		
	<b>TOTAL</b>			
<b>Sem.</b>	<b>Código</b>	<b>Disciplinas</b>		
6º Semestre	11828A	Resistência dos Materiais II	Estudo e entendimento da área	todas
	26123A	Fundamentos da Manutenção Mecânica		
	26085A	Elementos de Máquinas I		
	15890A	Fenômenos de Transporte	Freio	Freio
	26068A	Criatividade e Empreendedorismo		
	26895A	Engenharia e Ambiente		
	26349A	Transferência de Calor e Massa		
	26361A	Processos de Usinagem dos Materiais	Usinagem	Todos
	26361A	Laboratório de Processos de Usinagem	Usinagem	Todos
		<b>TOTAL</b>		
7º Semestre	27086A	Elementos de Máquinas II		
	27357A	Vibrações Mecânicas		
	26361A	Teoria da Usinagem dos Materiais	Usinagem	Todos
	27896A	Máquinas de Fluxo		
	89742A	Instalações Industriais, Ergonomia e Segurança do Trabalho	Ergonomia	Design e ergonomia
	27628A	Laboratório de Processos Metalúrgicos		
	27239A	Mod. Matemática em Fenômenos de Transporte		
	27265A	Processos de Conformação Mecânica		
	11828A	Resistência dos Materiais III	Estudo e entendimento da área	todas
		<b>TOTAL</b>		
8º Semestre	14019A	Sistemas de Controle	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	14019A	Laboratório de Sistemas de Controle	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	28316A	Sistemas para Movimentação de Carga		
	28630A	Tecnologia e Metalurgia da Soldagem	Solda	Calculo estrutural
	28319A	Sistemas Térmicos		
	28190A	Laboratório de Sistemas Térmicos		
	28147A	Hidráulica e Pneumática		
	28360A	Introdução ao Método dos Elementos Finitos		
	28631A	Tecnologia e Metalurgia da Fundição		
	<b>TOTAL</b>			
	29270A	Projeto de Máquinas		
	29595A	Sistemas Integrados de Manufatura		

Figura 116 - Grade Mecânica

9º Semestre	11288A	Manufatura Assistida por Computador	2D e 3D Inventor	Todas
	29900A	Máquinas Térmicas		
	29632A	Projeto do Produto		
	17914A	Projeto de Estruturas Metálicas	Chassi	Calculo estrutural
	13878A	Engenharia Econômica e Controladoria	Gerenciamento financeiro	Gestão
	29634A	Acompanhamento e Orientação de Estágio Supervisionado		
	29901A	Acompanhamento e Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso I		
29902A	Metodologia Científica e Tecnológica			
<b>TOTAL</b>				
10º Semestre	20637A	Planejamento do Processo	Cronograma da equipe	Gestão
	20033A	Automação Industrial		
	20827A	Administração		
	85602A	Gestão da Qualidade	Gestão de tempo x Tarefas	Gestão
	20286A	Refrigeração e Ar Condicionado		
	20638A	Gestão de Projetos		
	20903A	Acompanhamento e Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso II		
	20961A	Tópicos Especiais em Engenharia		
<b>TOTAL</b>				
<b>Eng. Mecatrônica</b>				
<b>Sem.</b>	<b>Código</b>	<b>Disciplinas</b>		
1º Semestre	61044A	Cálculo I		
	61116A	Física I		
	17917A	Geometria Analítica	Suspensão dianteira e trazeira	Suspensão e Direção
	61280A	Química Fundamental		
	61188A	Laboratório de Química Fundamental		
	11288A	Representação Gráfica	2D e 3D Inventor	Todas
	61828A	Introdução à Engenharia		
<b>TOTAL</b>				
2º Semestre	62046A	Cálculo II		
	17917A	Álgebra Linear	Suspensão dianteira e trazeira	Suspensão e Direção
	62117A	Física II		
	62181A	Laboratório de Física I		
	62358A	Química Tecnológica		
	11288A	Desenho Auxiliado por Computador I	2D e 3D Inventor	Todas
<b>TOTAL</b>				
3º Semestre	63047A	Cálculo III		
	63706A	Métodos Numéricos		
	63019A	Algoritmos e Lógica de Programação		
	63118A	Física III		
	63219A	Mecânica Geral		
	11288A	Desenho Auxiliado por Computador II	2D e 3D Inventor	Todas
63870A	Materiais para Engenharia			
63871A	Laboratório de Materiais para Engenharia			

**Figura 117 - Grade Mecânica -> Mecatrônica**

Sem.	Código	Disciplinas		
4º Semestre	<b>TOTAL</b>			
	64366A	Cálculo IV		
	64119A	Física IV		
	64182A	Laboratório de Física II		
	13262A	Probabilidade e Estatística	Gerenciamento das areas	Gestão
	64212A	Mecânica Aplicada		
	64365A	Tecnologia da Informação		
	64339A	Termodinâmica		
64057A	Comunicação e Expressão			
<b>TOTAL</b>				
5º Semestre	65369A	Sistemas Eletropneumáticos e Eletro Hidráulicos		
	14019A	Sistemas Digitais I	Circuitos e analise de dados	Eletrônica
	14019A	Sensores, Atuadores e Instrumentação	Circuitos e analise de dados	Eletrônica
	14019A	Circuitos Elétricos I	Circuitos e analise de dados	Eletrônica
	65174A	Introdução à Robótica Industrial		
	11828A	Resistência dos Materiais	Estudo e entendimento da área	todas
	14019A	Eletrônica I	Circuitos e analise de dados	Eletrônica
	<b>TOTAL</b>			
<b>Sem.</b>	<b>Código</b>	<b>Disciplinas</b>		
6º Semestre	14019A	Sistemas Digitais II	Circuitos e analise de dados	Eletrônica
	66024A	Análise de Sistemas Lineares		
	15890A	Fenômenos de Transporte	Freio	Freio
	66370A	Integração de Sistemas Robóticos		
	14019A	Circuitos Elétricos II	Circuitos e analise de dados	Eletrônica
	14019A	Eletrônica II	Circuitos e analise de dados	Eletrônica
	<b>TOTAL</b>			
7º Semestre	67242A	Motores Elétricos		
	67313A	Sistemas Mecânicos		
	67782A	Modelagem e Simulação de Sistemas		
	14019A	Microcontrolador	Circuitos e analise de dados	Eletrônica
	67787A	Informática Industrial I		
	67493A	Eletrônica de Potência		
<b>TOTAL</b>				
8º Semestre	68519A	Informática Industrial II		
	68271A	Projeto de Sistemas Mecatrônicos		
	68305A	Sistemas de Controle		
	14019A	Sistemas Microcontrolados	Circuitos e analise de dados	Eletrônica
	68778A	Automação Industrial		
	68905A	Processos Produtivos		
<b>TOTAL</b>				
69517A	Inteligência Artificial			
69780A	Redes Industriais			
69515A	Otimização de Sistemas			

Figura 118 - Grade Mecatrônica

9º Semestre	69318A	Sistemas Supervisórios de Processos		
	85602A	Gestão da Qualidade	Gestão de tempo x Tarefas	Gestão
	69906A	Processos Produtivos Não Convencionais		
	69804A	Engenharia Econômica e Controladoria		
	69965A	Acompanhamento e Orientação de Estágio Supervisionado		
	69895A	Engenharia e Ambiente		
	69907A	Acompanhamento e Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso I		
	89742A	Instalações Industriais, Ergonomia e Segurança do Trabalho	Ergonomia	Design e ergonomia
<b>TOTAL</b>				
10º Semestre	60781A	Planejamento do Processo		
	60784A	Sistemas de Controle Digital		
	60003A	Administração	Gerenciamento financeiro	Financeiro
	60595A	Sistemas Integrados de Manufatura		
	11288A	Manufatura Assistida por Computador	2D e 3D Inventor	Todas
	60766A	Legislação e Ética Profissional		
	60776A	Planejamento e Controle da Produção		
	60908A	Acompanhamento e Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso II		
60960A	Tópicos Especiais em Engenharia			
<b>TOTAL</b>				
<b>Eng. Computação</b>				
<b>Sem.</b>	<b>Ord.</b>	<b>Disciplina</b>		
1º	1	Cálculo I		
	2	Física I		
	14019A	Lógica e Algoritmos de Programação I	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	14019A	Sistemas Digitais	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	5	Programação de Sistemas Web		
<b>TOTAL</b>				
2º	6	Cálculo II		
	7	Física II		
	17917A	Geometria Analítica e Álgebra Linear	Suspensão dianteira e trazeira	Suspensão e Direção
	14019A	Lógica e Algoritmos de Programação II	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	10	Arquitetura e Organização de Computadores		
11	Projeto Interdisciplinar de Computação I			
<b>TOTAL</b>				
3º	12	Cálculo III		
	13	Física III		
	14	Estruturas de Dados I		
	15	Sistemas Operacionais I		
	16	Métodos Numéricos		
	17	Laboratório de Química Fundamental		
	18	Química Fundamental		
14019A	Paradigmas de Programação	Circuitos e análise de dados	Eletrônica	

Figura 119 - Grade Mecatrônica -> Computação

	<b>TOTAL</b>			
4º	20	Física IV		
	14019A	Bancos de Dados I	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	14019A	Complexidade de Algoritmos	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	23	Sistemas Operacionais II		
	24	Estruturas de Dados II		
	25	Laboratório de Física		
	26	Matemática Discreta		
	27	Projeto Interdisciplinar de Computação II		
	<b>TOTAL</b>			
5º	28	Modelagem de Software		
	29	Bancos de Dados II		
	30	Programação Orientada a Objetos		
	13262A	Probabilidade e Estatística	Gerenciamento das áreas	Gestão
	14019A	Circuitos Elétricos	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	33	Grafos e Algoritmos		
	34	Ciência dos Materiais para Computação		
	<b>TOTAL</b>			
6º	35	Engenharia de Software I		
	36	Mecânica dos Sólidos		
	37	Arquitetura de Software		
	11288A	Representação Gráfica	2D e 3D Inventor	Todas
	39	Eletrônica para Computação		
	40	Ergonomia e Segurança do Trabalho		
	41	Engenharia Econômica		
	42	Projeto Interdisciplinar de Computação III		
	<b>TOTAL</b>			
7º	43	Engenharia de Software II		
	44	Inteligência Artificial		
	45	Sensores, Atuadores e Instrumentação		
	46	Redes de Computadores I		
	47	Sinais e Sistemas		
	15890A	Fenômenos de Transporte	Freio	Freio
	49	Engenharia e Meio Ambiente		
	<b>TOTAL</b>			
8º	50	Aprendizado de Máquina		
	14019A	Microcontroladores e Microprocessadores	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	52	Redes de Computadores II		
	53	Governança e Gestão de Tecnologia da Informação		
	54	Metodologia do Trabalho Científico e Tecnológico		
	14019A	Sistemas de Controle	Circuitos e análise de dados	Eletrônica
	56	Comunicação e Computação móvel		
	57	Projeto Interdisciplinar de Computação IV		

Figura 120 - Grade Computação

	TOTAL		
9º	58	Multimídia e Algoritmos	
	59	Sistemas Embarcados	
	60	Segurança de Sistemas Computacionais	
	61	Sistemas Robóticos	
	62	Trabalho de Conclusão de Curso I	
	63	Estágio Supervisionado	
	64	Linguagens Formais e Autômatos	
	TOTAL		
10º	65	Compiladores e Interpretadores	
	66	Computação Gráfica	
	67	Pesquisa Operacional	
	68	Sistemas Distribuídos	
	69	Ética Profissional em Computação	
	70	Trabalho de Conclusão de Curso II	
	71	Tópicos em Computação	
	72	Inovação e Empreendedorismo	
	TOTAL		

**Figura 122 - Grade Computação**

ID	Tarefa	Explicação da tarefa	Area
11828A	Estudo e entendimento da área	Todas as areas necessitam de estudo profundo, e principalmente a leitura de todas as recomendações apresentadas pela SAE Brasil, onde precisamos cumprir todas as exigencias para que a equipe consiga participar de todas as provas em cada competição.	todas
11288A	2D e 3D Inventor	Todas as areas precisam ter o conhecimento de como utilizar o inventor, pois temos que fazer simulações de vão identificar possíveis pontos de ruptura que não são aceitos pela SAE Brasil, e sempre buscando a diminuição de peso e eficiencia da peça.	Todas
84701A	Gestão de pessoas	Esta tarefa envolve o controle de frequencia dos integrantes indo as reuniões e apresentando as atualizações de suas tarefas, na qual o intuito é uma serie de analises pessoais para que o integrante possa estar apto para concorrer aos cargos disponíveis.	Gestão
85602A	Gestão de tempo x Tarefas	É desenvolvido uma tabela onde indicamos todas as tarefas de cada area e seu responsável, indicando o tempo que foi destinado e o tempo em que o operador realizou para cumprir a tarefa.	Gestão
20637A	Cronograma da equipe	O cronograma de equipe, é uma analise geral de todas as tarefas que gestão precisa estar sempre atualizada e entendida de todos os passos em que a area está exercendo.	Gestão
13262A	Gerenciamento das areas	A gestão precisa estar sempre analisando area por area e desenvolvendo com a mesma um relatório bem escrito, onde será utilizado para apresentações.	Gestão
13878A	Gerenciamento financeiro	O gerenciamento financeiro é controlado tanto por gestão quanto por financeiro, as duas areas precisam desenvolver planilhas de controle de gastos, envolvendo tanto peças novas quanto ações que envolvem a equipe, como locomoção da faculdade para as competições.	Gestão
89744A	Redes sociais	As redes sociais, são utilizadas para o alcance da equipe com os novos integrantes e com as possíveis empresas que podem nos patrocinar, com isso o intuito e desenvolver um cronograma de atividades para alcançar essas pessoas e empresas, e mostrar a elas quais são nossas atividades e desenvolvimento financeiro.	Marketing
23057A	Criação de eventos	Marketing precisa buscar eventos que possam mostrar nosso trabalho, como exposições feitas entre outros, este processo também é direcionado para a aproximação de pessoas e empresas.	Marketing
	Gerenciamento de patrocinio	Um trabalho extremamente importante é o contato fluente com as empresas que estão nos patrocinando, para isso precisamos ter sempre nosso plano de patrocinio juntamente com a apresentação sempre atualizados e bem elaborados.	Marketing
	Logo e banner	A cada mudança de capitão, o mesmo pode escolher a cor do futuro baja, com isso o trabalho de marketing é desenvolver um logo novo mudando as cores ou até mesmo o estilo do logo caso o capitão solicite, e consequentemente toda a equipe aprove.	Marketing
60003A	Gerenciamento financeiro	O setor financeiro é o responsável por toda a questão que envolve dinheiro, ou seja, entendimento e planejamento dos gastos anuais e mensais, as cotações para sempre estarmos buscando a diminuição de custo, a conferencia de materias solicitados e recebidos conforme o cronograma e lista de pedidos.	Financeiro

**Figura 121 - Justificativa de matérias**



	Gerenciamento de patrocínio	Junto com marketing o financeiro precisa elaborar uma apresentação que mostre para os nossos patrocinadores, nossos gastos e economias buscando reduzir o máximo de custo e aproveitando ao máximo o valor recebido de patrocínio.	Financeiro
17914A	Chassi	Conforme o regulamento apresentado pela SAE Brasil, o time de calculo estrutural, precisa fazer todos os calculos envolvendo para que a estrutura proteja o piloto a qualquer tipo de colisão ou capotamento do veiculo, é importante ressaltar que o regulamento possui uma explicação de como deve ser desenvolvido, e quais são os critérios a serem avaliados, na qual uma comissão de juizes (engenheiros formados e muito bem preparados para a avaliação), analisará e aprovará ou reprovará as condições do chassi e consequentemente podendo ou não a equipe continuar sua participação na competição.	Calculo estrutural
84289A	Avaliações estruturais	Junto com as outras areas que possuem interferencia no chassi, o time de calculo estrutural precisa entender as condições do projeto e ver se não haverá problemas futuros.	Calculo estrutural
	Pedais	Um projeto onde tanto calculo estrutural quanto freio participam, na qual o time de freio vai apresentar todas as necessidades que os pedais precisam ter, e calculo estrutural desenvolverá os desenhos 3D e 2D juntamente com simulações para comprovar que os pedais estejam conforme o regulamento e estejam atendendo as exigencias do time de freio.	Calculo estrutural
14019A	Circuitos e analise de dados	O time de eletrônico tem a responsabilidade, de ajudar e criar circuitos que apresentem e aprove cada projeto desenvolvido, e consequentemente desenvolva um circuito que mostras as informações necessárias para o piloto durante as provas. Esta tarefa envolve a busca de conhecimento dos componentes e linguagem de programação.	Eletrônica
15891A	Eletrica basica	Conforme o regulamento a função que a área de eletronica precisa entregar é o conjunto de chicote e botões de emergencia, com isso é necessário um estudo sobre os tipos de fios, conectores e botoeiras	Eletrônica
15890A	Freio	O time de freio possuia a tarefa de desenvolver um sistema de frenagem nas 4 rodas, atendendo todas as exigencias apresentadas pela SAE Brasil, e cumprindo sua principal função que é freiar as 4 rodas ao mesmo tempo. (A prova de freio é justamente esta simulação, onde o piloto percorre uma linha reta e entre 4 cones no final da reta precisa parar neste espaço e as 4 rodas freiam juntas.	Freio
13219A	Caixa de redução	Conforme o regulamento apresentado pela SAE Brasil, o time de powertrain precisa desenvolver o que chamamos de caixa redução, o intuito e conseguir aumentar o maximo de velocidade e torque possível, para que mesmo com todo o peso em cima do baja, sua velocidade seja "alta" o intuito deste projeto realmente é desafiar os engenheiros a pegarem o mesmo motor e conseguir converter a saida do mesmo em uma velocidade adequada para o projeto (Como nota, todas as equipes utilizam o mesmo motor, envolvendo então a todas as areas terem um maximo de estudo e uma redução de peso e custo, para que o projeto seja viavel para uma empresa e consiga atingir uma velocidade adequada para as provas, principalmente a do enduro.	Powertrain
	Capa do CVT	Este componente é utilizado para a proteção do CVT, caso aconteça o mesmo de se soltar ou por questão de proteção do usuario por ser um local que possa prender o dedo ou a roupa, e depois de muito tempo de uso, ele começa a ter uma elevação na temperatura. Portanto o intuito deste desenvolvimento é o estudo dos materiais que podem ser usado de acordo com a orientação da SAE Brasil, e a modelagem e montagem adequada para facil acesso e remoção da capa caso necessário avaliação ou manutenção.	Powertrain
17917A	Suspensão dianteira e trazeira	Esta tarefa envolve um grande aprimoramento de calculos que resultam em tipos de bandejas (trilink, duplo A etc.) que faça com que o baja passe por varios obstáculos sitados no regulamento pela SAE Brasil, com isso é importante que esses calculos sejam muito bem estudados para que as bandejas sejam bem dimencionadas, resultando em uma boa eficiencia para o baja para passar nos obstáculos. O estudo dos solos, também é algo favorecido que auxilia no entendimento da calibragem da suspensão.	Suspensão e Direção
	Direção	Nesta tarefa o time precisa conversar com o time de calculo estrutural e design e ergonomia, para entender o espeço disponível e a largura do para, para que uma caixa de direção seja desenvolvidas no sistema pinhão cremalheira, na qual o intuito é através de um desenvolvimento da propria equipe uma barra de direção que estará em uma posição ergonomicamente aceitável e dentro dos limites do chassi, resultando em uma direção mecanica de fácil movimentação.	Suspensão e Direção
89742A	Ergonomia	A principal tarefa do time é entender todos os pontos que possuem contato com o piloto, e entender se esses pontos estão ergonomicamente aceitaveis. Um exemplo é o banco, que é desenvolvido pelo próprio time, ele tem que estar confortável e ergonomicamente correto para que o piloto não tenha nem um problema futuramente. Outro ponto são os pedais, a posição deles tem que estar ergonomicamente corretos para que o piloto não tenha problemas futuros.	Design e ergonomia
	Design	Este projeto é algo muito importante que junto com marketing é desenvolvido um desing que seja um destaque entre as demais equipes, e possa agradar tanto nossos patrocinadores quanto nossos clientes para que levantemos o desejo da compra do mesmo.	Design e ergonomia
26361A 28630A	Usinagem Solda	Usinagem de materiais para auxilio de componentes das areas em fresa e torno Soda do chassi e bandejas	Todos Calculo estrutural
86721A	Processos de manufatura	A partir do ponto em que temos todas as areas finalizadas no ponto de estudos e desenvolvimento 2D e 3D, passamos para o ponto de manufatura, envolvendo, solda, usinagem, montagem, vedação e todos os pontos que precisam estar de acordo com o regulamento SAE Brasil	todos

### Figura 123 - Justificativa de matérias