



Universidade Federal do Amazonas  
Faculdade Tecnológica  
Departamento de Engenharia Mecânica

PROJETO: BICICLETA

Manaus – AM  
3 de maio de 2022

## PROJETO: BICICLETA

Flávio Henrique Alves de Sousa Dias – 21551591  
Hanna Brito da Silva – 21552460  
Lídia Auriane de Carvalho Lima – 22053754  
Rodrigo Marques de Almeida Nascimento – 21553733

Relatório técnico apresentado  
pelo professor SIDNEY LINS, da disciplina  
PROJETO DE MÁQUINAS como forma de  
avaliação parcial.

Manaus – AM

3 de maio de 2022

# Sumário

1.	INTRODUÇÃO .....	4
2.	METODOLOGIA .....	5
	CRONOGRAMA DO PROJETO .....	5
	PESQUISA DE MERCADO .....	6
	REQUISITOS TÉCNICOS.....	8
	QFD .....	9
	MAPA CONCEITUAL .....	10
	CONSIDERAÇÕES.....	11
	ANÁLISE DE ESFORÇOS .....	11
	SELEÇÃO DE MATERIAIS.....	15
	PROCESSO DE FABRICAÇÃO .....	15
	PREÇOS E CUSTOS.....	21
3.	CONCLUSÃO .....	23
4.	REFERÊNCIAS .....	25
5.	ANEXO.....	26

# 1. INTRODUÇÃO

O projeto de um produto consiste em definir e prover as características do produto que são exigidas para atender as expectativas do cliente. Assim, em geral, se faz necessário uma estratégia de desenvolvimento, conceito bem fundado, design, preparação, o desenvolvimento em si, produção e gerenciamento do produto no mercado, irá requerer a integração de diversos fatores e áreas de conhecimento, a fim de construir um produto coeso, possível (atingível), além de atender à expectativa do produto.

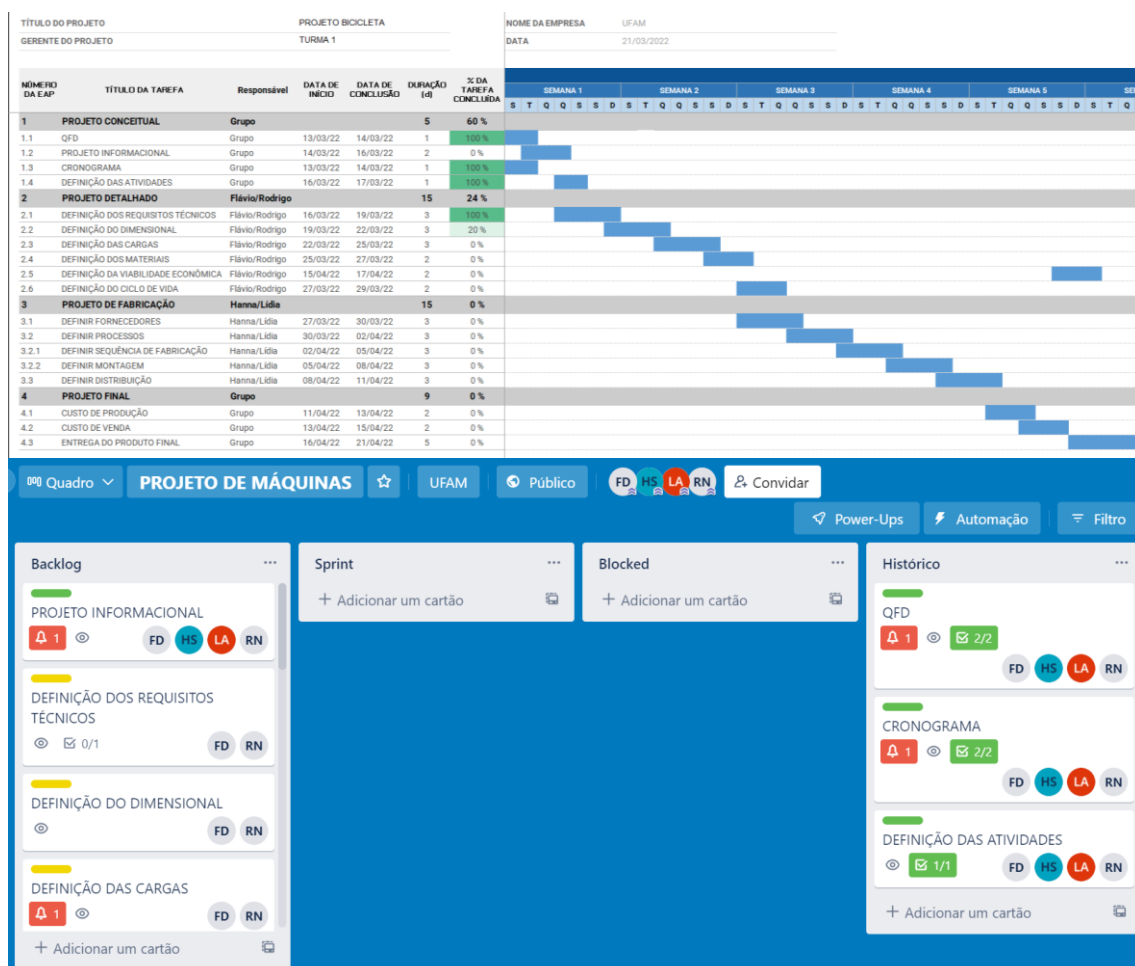
No presente trabalho, serão definidos os processos fundamentais para a elaboração do projeto de uma bicicleta, desde seu conceito, aspectos técnicos, até sua produção.

## 2. METODOLOGIA

O presente capítulo apresentará toda a metodologia utilizada no projeto, para detalhar ao leitor o processo de desenvolvimento e os eventos que levaram às tomadas de decisão no decorrer do trabalho.

### CRONOGRAMA DO PROJETO

A princípio foi gerado um cronograma no modelo *Waterfall* para as etapas “macro” do projeto e as tarefas de cada membro da equipe foram geridas através da metodologia kanban, como forma de atender os prazos de entrega estipulados.

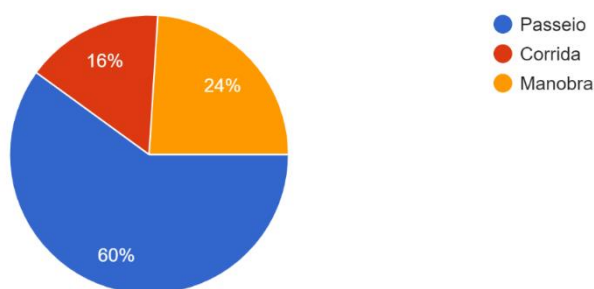


## PESQUISA DE MERCADO

A partir de uma pesquisa de mercado utilizando o Google Formulários, foram levantados os critérios que mais agradariam o consumidor final, a partir do qual pode-se definir os requisitos técnicos que são necessários para o prosseguimento do projeto.

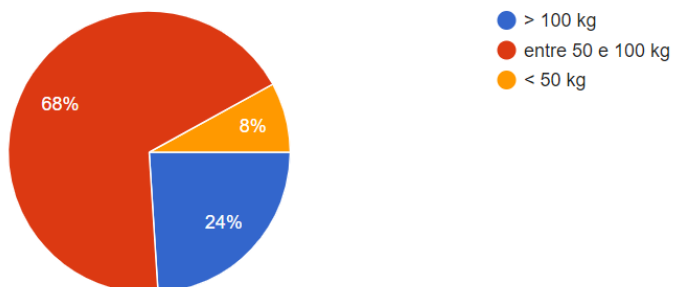
1º - Dentre as opções abaixo, selecione o tipo de bicicleta que mais lhe agrada:

25 respostas



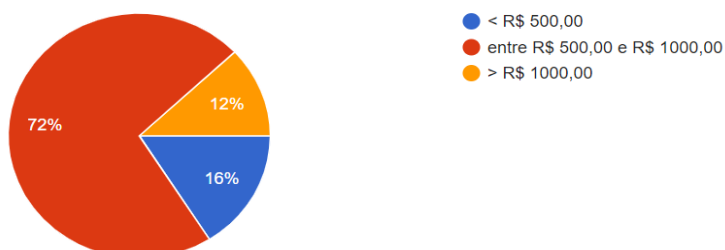
2º - Qual sua faixa de peso?

25 respostas



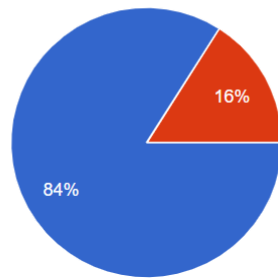
3º - Qual a faixa de preço que você está disposto a pagar?

25 respostas



4º - O que você prefere?

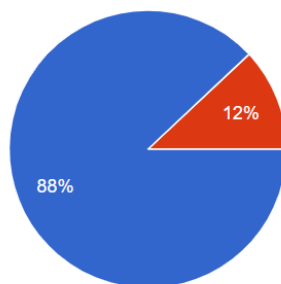
25 respostas



● Design simples - bom custo benefício  
● Design sofisticado - preço mais elevado

5º - Você utilizaria a bicicleta à noite?

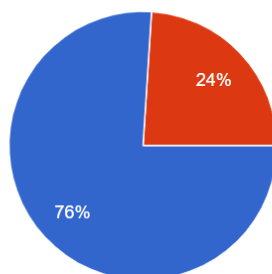
25 respostas



● Sim  
● Não

6º - O que você prefere?

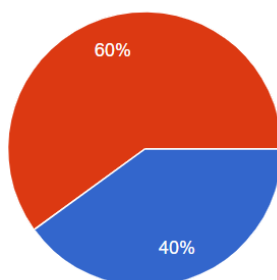
25 respostas



● Bicicleta com compartimento para carga  
● Bicicleta sem compartimento para carga

7º - Você já possui uma bicicleta?

25 respostas



● Sim  
● Não

# REQUISITOS TÉCNICOS

Após a pesquisa de mercado, foram levantados os requisitos técnicos necessários para atender as características desejadas de projeto:

- Bicicleta de passeio capaz de suportar uma pessoa de 100kg e carga de 50kg.
  - Design simples.
  - Chassi capaz de suportar a carga com fator de segurança igual a 2.
- Bom custo-benefício ao consumidor.
  - Preço competitivo com o mercado, abaixo de 800 reais.
  - Peças padronizadas onde for possível.
  - Roda comercial (aro 24 raiado).
- Sinalização noturna.
  - Fita refletiva (iluminação passiva).
  - Segurança para passeio noturno.
  - Iluminação dos pedais, luva e traseira do selim.
- Compartimento de carga.
  - Cesta impermeável de 25L.
- Sistema de transmissão e frenagem.
  - Transmissão simples (1 marcha).
  - Transmissão comercial (padronizada) – catraca, coroa e corrente.
  - Sistema de frenagem comercial.



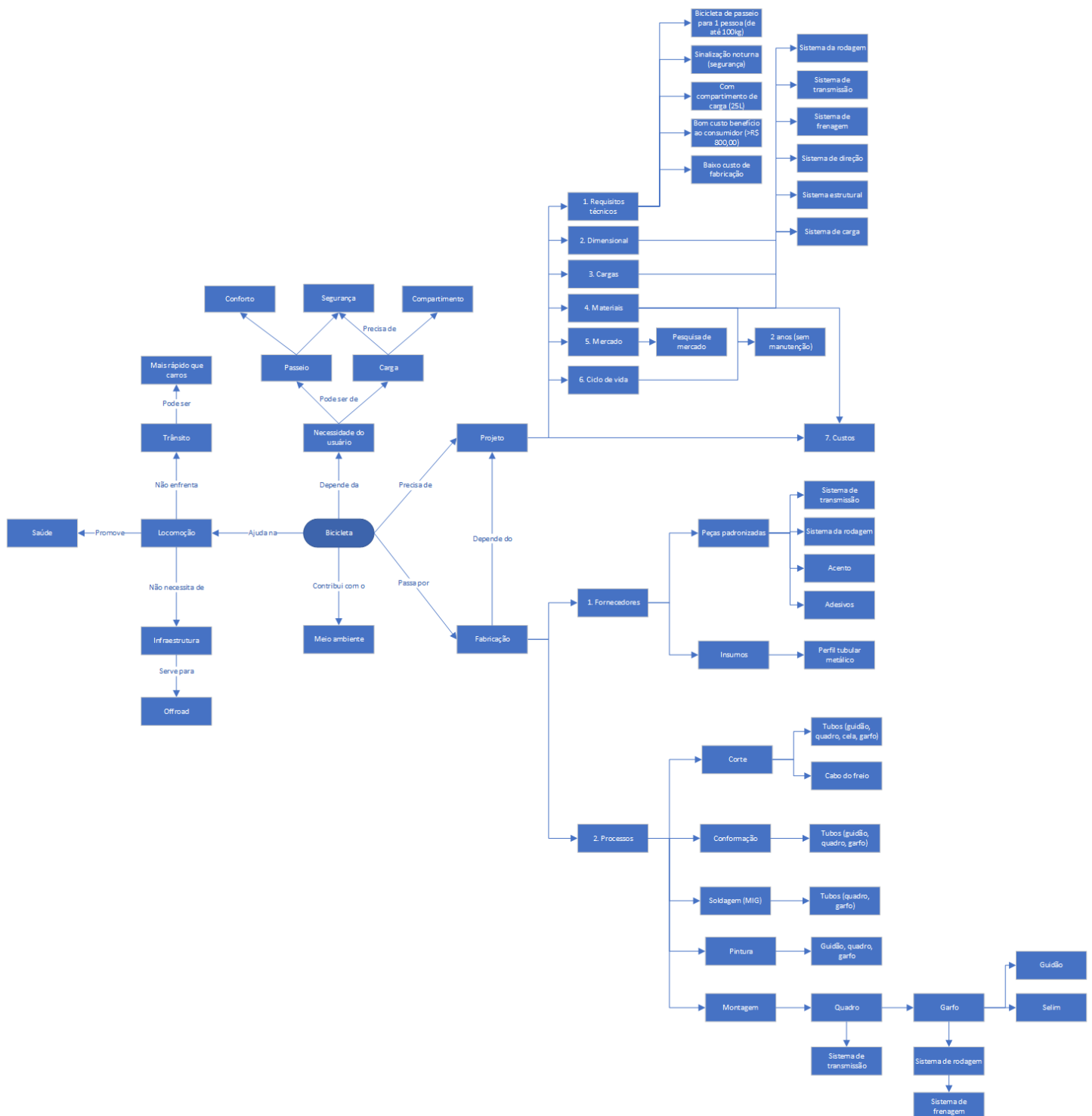
## QFD

Com os requisitos técnicos definidos foi realizado o Desdobramento da Função Qualidade (QFD) do produto para priorizar as características mais importantes e como alcançá-las.

Comos												
		Importância	banco almofadado	fita refletiva	Cesta robusta e grande	Cesta impermeável	Transmissão comercial	chassi tubular de metal	peças plásticas	conjunto de transmissão com boa dureza	conjunto de freios com durabilidade alta	pneus com durabilidade
Quês												
Bicicleta de passeio	10	●	●	●	●	○	●					
Sinalização noturna	7		●									
Espaço para uma mochila , que protege da chuva	8			●	●							
baixo custo de venda	8	●	○			●	●	●				
baixa manutenção	8	○					●		●	●	●	
Design simples	8	●	●	△	△	●	●	●				
Sistema de frenagem	8									●		
Suportar uma pessoa de 100kg	10	●					●				●	
Custo-beneficio ao consumidor	10	△	○	●	●	●			○	○	●	
Sistema de Transmissão	8					●	●	●				
Importância Absoluta		358	279	260	260	336	468	216	102	174	252	
Importância Relativa		2	4	5	5	3	1	8	10	9	7	
Dificuldade Técnica		1	1	2	3	2	2	2	3	3	3	

# MAPA CONCEITUAL

Com os requisitos técnicos definidos, elaborou-se um mapa conceitual para proporcionar uma visualização dos módulos necessários para a construção da bicicleta, tanto do projeto quanto da fabricação.



## CONSIDERAÇÕES

Como forma de obter um menor custo (requisito de projeto), alguns componentes padronizados serão utilizados, como: sistema de frenagem (freio, cabos, borrachas), sistema de transmissão (catraca, coroa, corrente, pedal), sistema de rodagem (cubo, raios, aro, pneu, câmara), alguns elementos estruturais (garfo, guidão) e outros componentes adjacentes à estrutura (selim, manopla, adesivos, rolamentos, parafusos, porcas). Sendo então projetados os elementos estruturais: quadro, cesta impermeável (terceirizado – conforme solicitação do projeto, utilizando processo de injeção plástica).

Para a análise dos esforços, algumas simplificações dinâmicas foram realizadas para aproximar os esforços a cargas estáticas, com a finalidade de realizar simulações no software CAD utilizando elementos finitos.

## ANÁLISE DE ESFORÇOS

Foram estimados os esforços atuantes nas estruturas mais solicitadas da bicicleta e definiram-se as dimensões iniciais (diâmetros, espessuras e comprimentos) para gerar o modelo 3D e executar a análise computacional da estrutura pelo método de elementos finitos. Esse método foi escolhido devido à complexidade de formas da peça e a partir dele as dimensões foram ajustadas de forma iterativa.

Estimativas dimensionais:

- Distância entre rodas: 1012 mm;
  - Influencia na estabilidade em subida/descida.
- Alcance (distância entre o eixo do pedal e o eixo do garfo: 400 mm;
  - Proporciona conforto de pilotagem.
- Ângulo do tubo de direção (referência horizontal): 80°;
  - Possibilita melhor manobrabilidade em relação à ângulos maiores.
- Ângulo do tubo do selim (referência horizontal): 80°;
  - Influencia no conforto da pedalada.

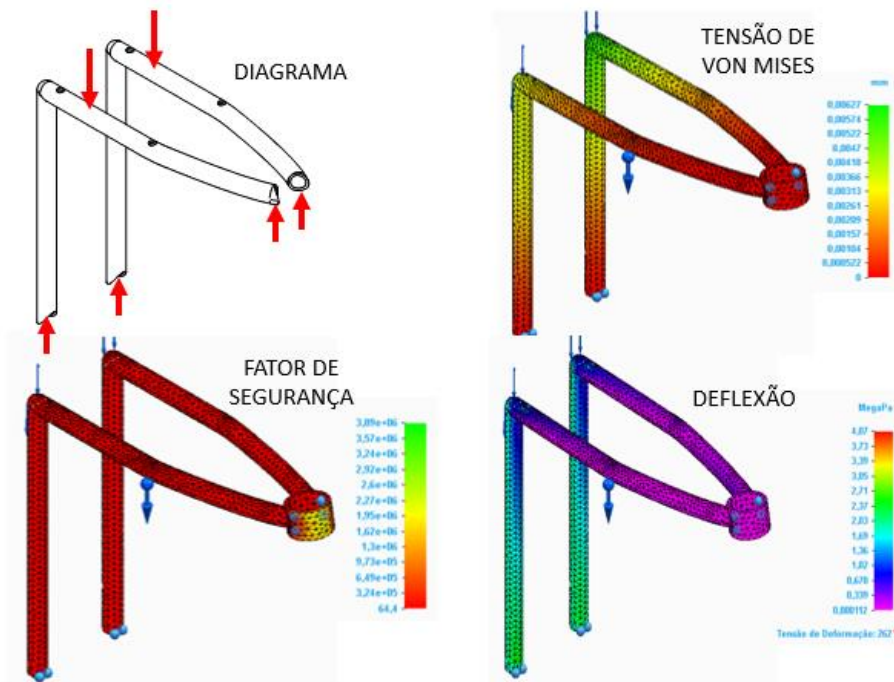
- Altura da caixa de centro (eixo do pedal): 245 mm;
  - Proporciona estabilidade e evita o toque do pedal com o chão durante curvas acentuadas.
- Comprimento do garfo traseiro (chainstay): 400 mm;
  - Definido pelo diâmetro da roda;
  - Influencia na estabilidade em subidas.
- Altura do guidão (relação ao solo - ajustável): 960 mm;
  - Possibilita conforto ergonômico.
- Altura do selim (relação ao solo – ajustável): 810 mm;
  - Possibilita conforto ergonômico.
- Demais dimensões (diâmetros tubulares):
  - Inicialmente baseadas em modelos comuns;
  - Alterados quando necessário para atender aos requisitos observados nas simulações.

#### Estimativas dinâmicas:

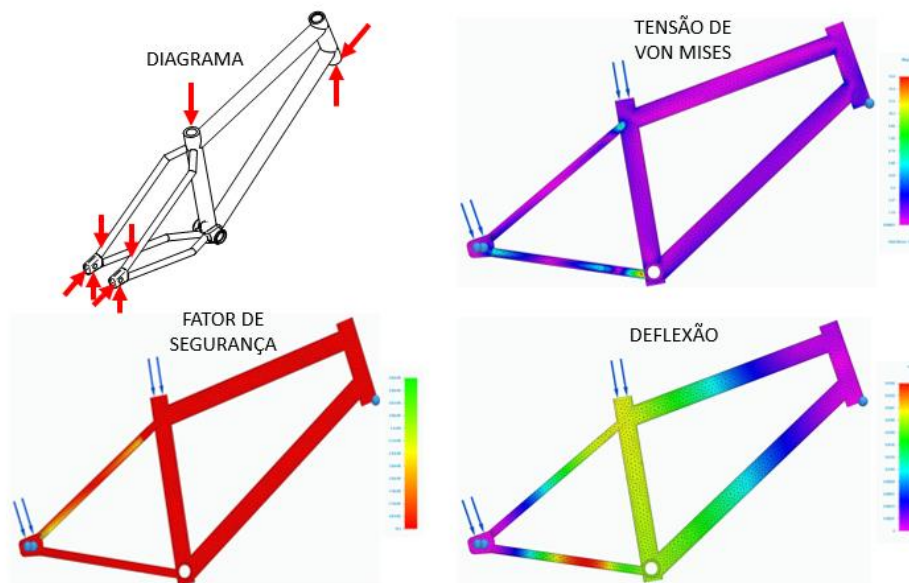
- Massa máxima da bicicleta: 100kg (piloto) + 50kg (carga) = 150 kg;
- Desaceleração máxima de frenagem:  $5\text{m/s}^2$ ;
- Força de impacto na roda: 2x carga estática;
- Efeitos mecânicos de soldagem: provido pelo software;
- Atrito de rolamento: 0;

A seguir serão apresentados os diagramas de corpo livre utilizados e o resultado das simulações para verificação da tensão de Von Mises (tensão de escoamento), deflexão e fator de segurança equivalente.

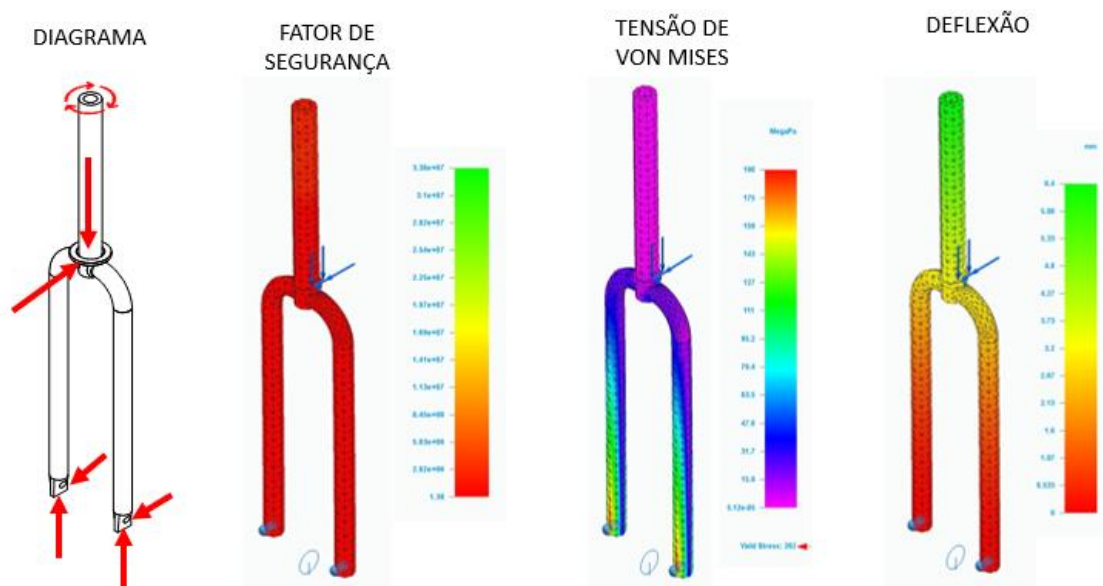
- Suporte da Cesta: Considerou-se uma carga de 50kg, conforme solicitado nos requisitos técnicos, mas é interessante manter um fator de segurança alto pois o usuário pode não respeitar esse limite e levar cargas mais pesadas.



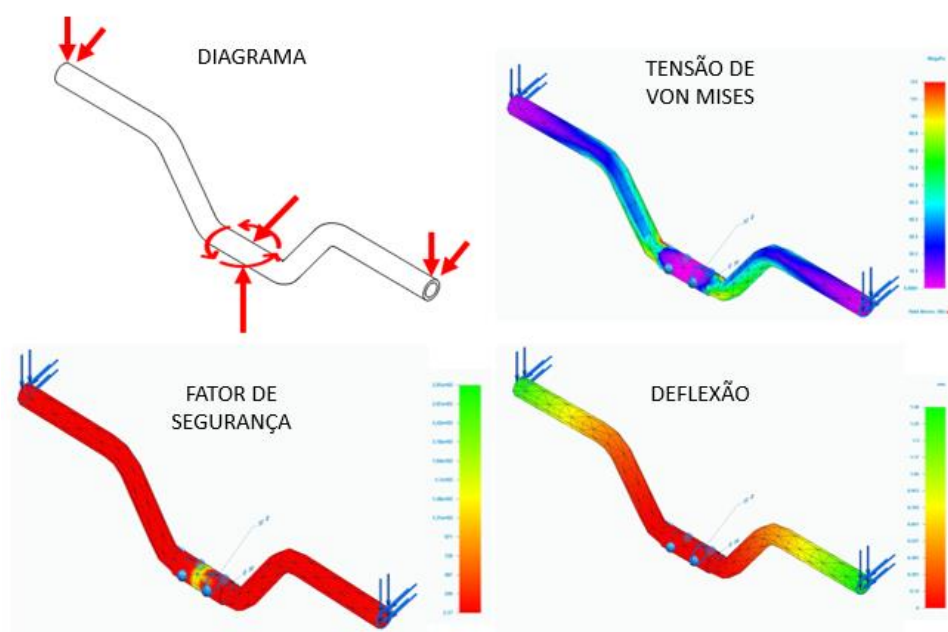
- Quadro: Foi projetado para que suporte uma pessoa de 100kg, além da carga de 50kg e os pesos do banco e suporte da cesta.



- Garfo de Direção: Foi projetado para suportar os esforços sofridos pelo quadro, já que servirá como suporte para ele.



- Guidão: Foi projetado para suportar o peso parcial do usuário, além da torção causada ao fazer curvas.



## SELEÇÃO DE MATERIAIS

Para resistir aos esforços estimados na seção anterior e manter a padronização de apenas um material, foram utilizados como elementos estruturais perfis tubulares de aço galvanizado com as características da tabela abaixo.

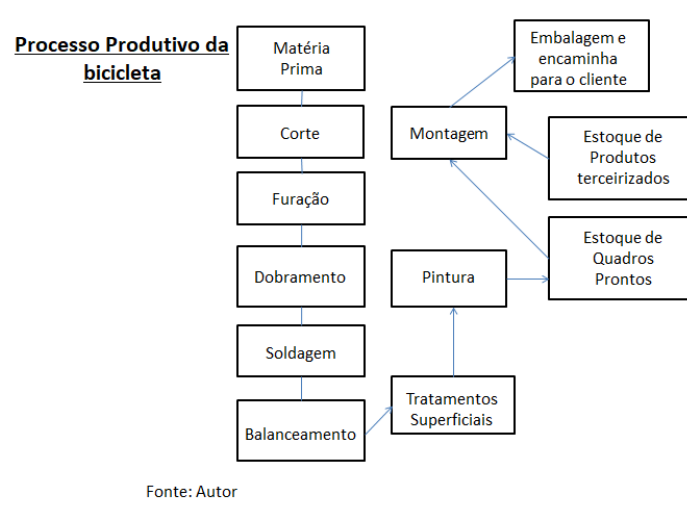
Densidade	7833 kg/m <sup>3</sup>
Mod. de elasticidade	199948 MPa
Coef. de Poisson	0,29
Tensão de escoamento	262 MPa
Tensão de ruptura	358 MPa

## PROCESSO DE FABRICAÇÃO

O processo de fabricação do produto foi criado com base na fundamentação teórica de Tavares (2012), que estuda a produção de uma fábrica de quadros. Gerando, futuras possibilidades para o crescimento de uma fábrica de menor porte com a produção de novos elementos da bicicleta a partir do crescente rendimento da fábrica.

Neste trabalho, será detalhado apenas a produção do quadro da bicicleta, os outros elementos inicialmente serão terceirizados para a montagem da bicicleta.

O processo de fabricação dos quadros foi montado basicamente da seguinte forma:



Os componentes terceirizados serão os que estão na tabela abaixo:

Componentes Terceirizados			
Componente	Marca	Descrição	Material
Garfo	KSW	Garfo de alumínio para aro 29 Modelo KSW 6061/T6	Alumínio
Cubos	Pirelli	Pneu bicicleta / 700 x 45 Pirelli Touring Serve /Em aro 29	Borracha
Cassete + Corrente	Shimano	Kit Shimano/ Cassete K7 Cs Hg 41 7v 11-28d + Corrente Hg40	-----
Freios + Alavancas	Shimano	Par de Freio V/Brake Shimano Deore Lx T660 + Alavancas Câmbi/St-ef500	Alumínio
Mesa	TSW	Mesa avanço/Suporte Guidão Bike Tsw /31.8x110 mm	Alumínio
Guidão	Highone	Guidão Bicicleta/Bike alumínio 31.8/700mm alto/Curvo highone	Alumínio
Selim	KSW	Selim Banco Bike/Calypto Confort Point Vazado/Confortável Pr.	Couro Sintético
Canote	Elleven	Canote Sellin Bike 30.9 x350 mm	Alumínio
Pedivela	GTSM1	Pedivela Shimano/Fc-ty301 7/8 velocidades	Alumínio
Pedal	Shimano	Pedal Gts/Plataforma	Alumínio
Rodas	VZAN	Par de Rodas Vzan Extreme 29 Gts M1	Alumínio
Cabos e condutores	-----	Cabo de aço para freios de bicicleta Longo 2.5 m /2 unidades	Aço
Movimento Central	Shimano	Movimento Central Shimano Bb -100 unid/ 122.5 mm	Aço
Corrente	-----	Corrente de Bico Shimano/Cn-hg40 116 Elos 6/7/8 V	Aço
Caixa de direção	Shimano	Caixa direção/Bicicleta Neco Tapered Megaover Semi-integrado	-----

### 1ª) Etapa: Aquisição Matéria Prima

A matéria prima para a produção dos quadros da bicicleta serão tubos perfilados de aço galvanizado de 6 metros.

### 2ª) Etapa: Estoque de tubos de aço

### 3ª) Etapa: Corte

A fase de corte será dividida em duas estações:

Estação 1 de corte: Os tubos de 6 metros serão cortados em 9 partes conforme o tamanho da bicicleta projetada. Conforme a tabela abaixo:

Estação 1 de corte		
Tubo 1	Botton Braket	90 mm
Tubo 2	Head Tube	195 mm
Tubo 3	Sit Tube	394.78 mm
Tubo 4	Top Tube	498.41 mm
Tubo 5	Down Tube	590.47 mm
Tubo 6 e 8	Seat stay	343.47 mm
Tubo 7 e 9	Chain Stay	267.04 mm
Máquina:		
>Máquina Serra Fita Horizontal 1HP / SCARRET S3715/ M2 (1 unid)		



Estação 2 de corte: Os tubos serão cortados mais detalhadamente para serem encaminhados para o setor de soldagem e modelados conforme o projeto requerido.

Estação 2 de corte		
Tubo 1	Botton Braket	-----
Tubo 2	Head Tube	-----
Tubo 3	Sit Tube	Fresagem conforme desenho técnico
Tubo 4	Top Tube	
Tubo 5	Down Tube	
Tubo 6 e 8	Seat stay	
Tubo 7 e 9	Chain Stay	
Máquina: >Fresadora Universal Mod.Xw 6136 Tornitec (1 unid)/ RML máquinas e equipamentos		

#### 4ª) Etapa: Conformação dos Tubos

Estações da 4ª etapa de fabricação dos quadros		
Estação 1	Furação	Furos necessários para colocar rebites
Estação 2	Instalação de parafusos	Inserção de rebites nos quadros
Estação 3	Dobramento	Conforme desenho técnico para soldagem dos elementos cortados em V com os tubos cilíndricos
Máquinas: >Furadeira Bancada/ 5 velocidades 0.25 Kw 1/3 Hp Motobil FB 1301 (1 unid) >Máquina de rebite elétrica (2 unid) >Máquina de dobramento de caixa de alto velocidade/ Carton Box Machinery Manufactory ( 1 unid)		

#### 5ª) Etapa: Estoque de Tubos conformados

#### 6ª) Etapa: Soldagem

O método selecionado para soldagem dos quadros da bicicleta foi a soldagem tipo MIG. MIG/MAG (Metal Inert Gas), faz uso de um gás inerte (Helio ou argônio) para garantir a correta atmosfera de soldagem, aqui o eletrodo também é consumido, depositando material (“pingando metal”) na junta soldada. Vantagem: Solda mais precisa e bem acabada que a solda por eletrodo revestido.

Estações da 6ª etapa de fabricação dos quadros	
Estação 1	Colocar no molde e fazer pontos que auxiliem no processo de soldagem
Estação 2	Soldagem dos tubos: 4, 5 e 3
Estação 3	Soldagem dos tubos: 1 e 2
Estação 4	Soldagem dos tubos: 6 e 8
Estação 5	Soldagem dos tubos: 7 e 9
Estação 6	Soldagem dos tubos: partes pequenas restantes e finalização
Máquinas e componentes: > Fontes(5 unid) >Alimentador de arame ( 5 unid) >Arame( estoque conforme necessidade) >Cilindro de gás ( 5 unid) >Tocha ( 5 unid) >Garra negativa (5 unid) >Conjunto de EPI's (6 unid)	

#### 7ª) Etapa: Estoque de quadros soldados

#### 8ª) Etapa: Balanceamento de quadros soldados

O balanceamento é importante para evitar o desgaste prematuro e irregular de pneus. O balanceamento evita problemas nos componentes da suspensão e da direção e permite que as rodas girem sem provocar vibrações. É fundamental para equilibrar o conjunto de pneu e rodas. Nesta etapa serão necessários duas máquinas de balanceamento para os quadros.

#### 9ª) Etapa: Lixamento de quadros soldados

O Lixamento não só prepara para a pintura, como também expõe e elimina imperfeições e suaviza soldas ou pontos de encaixe em quadros de carbono.

#### 10ª) Etapa: Tratamentos Superficiais

Retirada de resíduos da soldagem, onde são mergulhados em tanques com desengraxante, refinador, fosfato e água (tanques de tratamentos químicos).

Tanques da 10ª etapa de fabricação dos quadros	
Tanque 1	<b>Solução desengraxante</b> – para retirar as impurezas, poeira, óleos e resíduos provenientes do processo de produção (corte, estampagem e solda) e da própria fabricação dos tubos.
Tanque 2	<b>Água</b> – para limpar as impurezas do processo anterior (1º tanque), bem como retirar resíduos da solução desengraxante.
Tanque 3	<b>Refinador</b> – solução química para condicionar a superfície visando garantir a eficiência do processo seguinte.
Tanque 4	<b>Fosfatização</b> – solução que converte a superfície metálica em não metálica, aumentando a resistência à corrosão e melhorando a aderência da tinta.
Tanque 5	<b>Água</b> – para retirada de todos os resquícios das soluções das etapas anteriores.
Componentes: >Tanques ( 5 unid)	

#### 11ª) Etapa: Estufa para têmpera

Têmpera é um processo obtido em temperaturas diferentes. Este processo aumenta a dureza e resistência do aço e se dá em duas etapas: aquecimento e esfriamento rápido. O primeiro organiza os cristais do metal, e o segundo tem como objetivo obter a estrutura martensita (solução sólida de carbono e ferro).

#### 12ª) Etapa: Pintura Eletrostática

Trata-se de um método criado para ser utilizado em superfícies feitas de materiais que possuam carga elétrica. Por isso, esse tipo de pintura costuma ser aplicada em superfícies metálicas, como portões de aço e esquadrias de alumínio. A durabilidade da pintura eletrostática é de mais de cinco anos, deixando o acabamento

espelhado, sem bolhas ou gotejamento, liso e sem manchadas. Por esse motivo, ela é ideal para ser utilizada em ambientes comerciais.

Cabines da 12ª etapa de fabricação dos quadros	
Cabine 1	Cor preta
Cabine 2	Cor branca
Cabine 3	Cores: amarelo, azul, cereja, laranja, rosa, verde, vermelho e violeta
Componentes: >Pistola Tecplus (8 unid) >Conjunto de EPI's ( 8 unid) > Estruturas metálicas(10 unid) >Tubos e Grades(20 unid) > Esquadrias em geral(10 unid)	

### 13ª) Etapa: Estufa

### 14ª) Etapa: Banho de Verniz

Pintar uma camada transparente de proteção forma um verniz sobre o quadro da bicicleta e evitará danos criados pelo tempo. O verniz é fundamental para realçar a pintura e deixar a bike de cara nova.

### 15ª) Etapa: Estufa por 20 minutos

### 16ª) Etapa: Adesivagem

### 17ª) Etapa: Estoque de quadros prontos

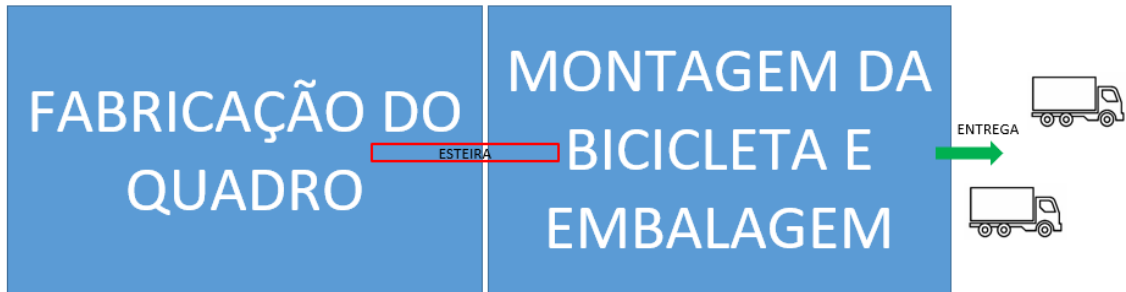
### 18ª) Etapa: Montagem

Na montagem ocorre a instalação de central, pé-de-vela, coroa, garfo, guidom e seus componentes, corrente, rodas, pedal e banco. E, por fim, é feito a regulagem dos freios.

Montagem18ª etapa de fabricação dos quadros	
O quadro após adesivado, colocado o movimento central e o movimento de direção, é disponibilizado na linha, cuja montagem segue a seguinte sequência:	
1°	Coloca-se os freios, cabos e conduítes
2°	Coloca-se o guidão
3°	Colocam-se refletores traseiros e dianteiros
4°	Coloca-se a transmissão
5°	Colocam-se as rodas e plástico bolha
6°	Colocam-se o canote e selim
Bicicleta finalizada, disponibilizada para expedição	
Máquinas: >Prensa de movimento central ( 1 unid) >Prensa de movimento de direção ( 1 unid)	

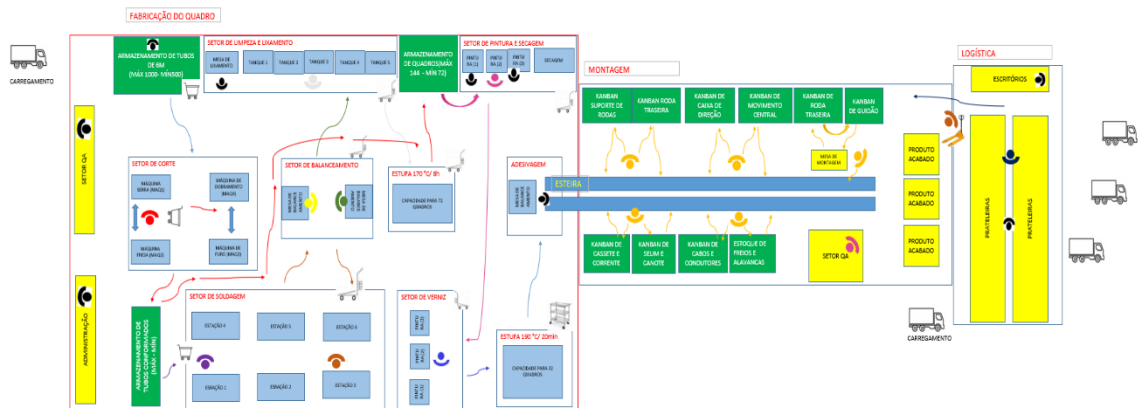
## LAYOUT DE FABRICAÇÃO

Para a fabricação da bicicleta, foi-se pensado em um layout que basicamente pudéssimos dividir na parte de fabricação do quadro e na parte de montagem das peças terceirizadas. Entre os balcões, uma esteira faz a ligação do processo.



Layout geral da fábrica

Para os postos de trabalho, o layout foi-se pensado de forma que deixasse o mais limpo possível, fazendo com que tivéssemos um melhor diagrama de espaguete e a melhor distribuição de cargos.



Layout dos postos de trabalho

### Análise do tempo gasto pelos operadores

Uma das atividades realizada foi a especulação de tempo gasto pelos operadores em cada etapa do centro de trabalho na fabricação da bicicleta. Foi anotado o passo a passo de cada atividade e tirado a média do tempo que custaria realizar.

ATIVIDADE	PEÇAS	CÍCLICO / ACÍCLICO	TEMPO TOTAL (s)	TEMPO POR peça	RESPONSÁVEL	RESPONSÁVEL
Receber material do balanceamento	30	A	600	20,000	Operador 1	Operador 2
Posicionar o quadro na mesa e fazer o lixamento	1	C	240	240,000	Operador 1	Operador 2
Colocar na solução desengraxante (tanque 1)	1	C	150	150,000	Operador 1	Operador 2
retirar do tanque 1 e colocar na água (tanque 2)	1	C	150	150,000	Operador 1	Operador 2
retirar do tanque 2 e colocar no refinador (tanque 3)	1	C	150	150,000	Operador 1	Operador 2
refritar do tanque 3 e colocar na fosfatização (tanque 4)	1	C	150	150,000	Operador 1	Operador 2
retirar do tanque 4 e colocar na água (tanque 5)	1	C	150	150,000	Operador 1	Operador 2
Organizar quadros e levar para a estufa de tempera	30	C	120	4,000	Operador 1	Operador 2
			takt	1014,000	507	

### Listagem das atividades realizadas no balanceamento

Na figura de listagem das atividades realizadas no balanceamento, temos o tempo disponível, assim, podemos calcular o takt time desse centro de trabalho e se temos capacidade de produzir a demanda solicitada. O takt utilizado é com a eficiência de 90%. A partir do cálculo do takt time, pode-se montar o gráfico de balanceamento de operações, como mostra a figura a seguir:

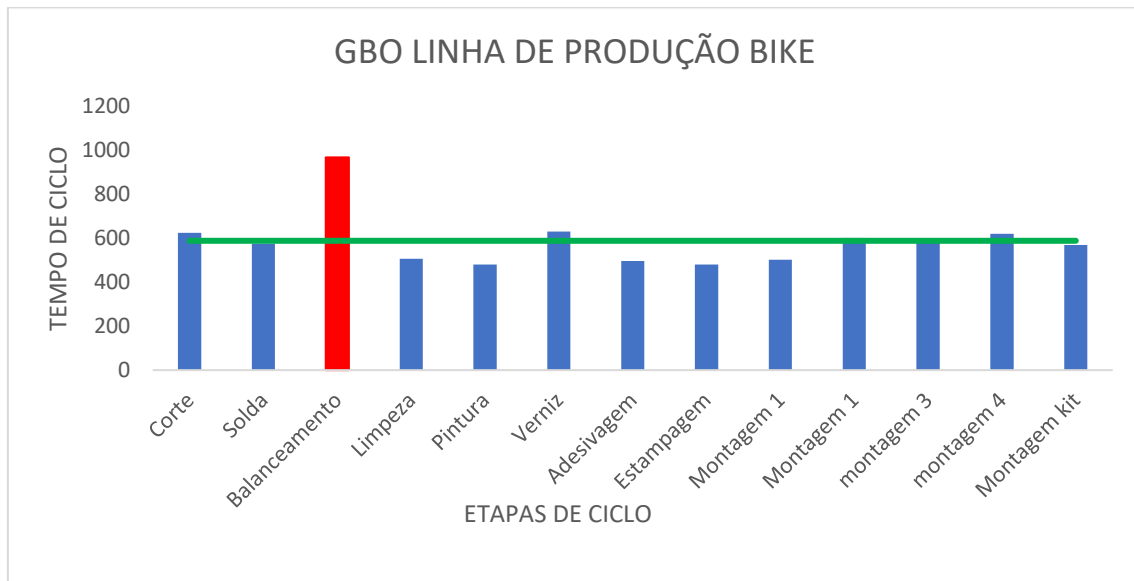


Gráfico de balanceamento da linha

O gráfico da figura do gráfico de balanceamento da linha representa que a etapa de balanceamento é a que está mais engargalada em relação a mão de obra suficiente para entregar a demanda no tempo estipulado, então precisamos de um plano de ação para aumentar o número de operadores, aumentar o tempo para ser entregue ou diminuir a demanda requerida. Esse gráfico nos ajuda com a entender melhor nossa capacidade na linha que está estipulada em 800 peças por mês.

## PREÇOS E CUSTOS

Abaixo estão listadas algumas estimativas dos custos de aquisição dos componentes utilizados na bicicleta, custos de fabricação dos componentes estruturais, como forma de analisar o cumprimento do objetivo (baixo custo) estabelecido nos requisitos do projeto.

Custos de aquisição (componentes terceirizados) foram obtidos através de

pesquisa de preço disponível no mercado online. Os custos foram reduzidos em 30% do valor nominal médio encontrado, como forma de desconto para aquisições diretamente do fornecedor, obtendo bônus de compra para grandes lotes.

Custos de manutenção, desperdícios, limpeza, e demais atividades que adicionam custos indiretos foram desconsiderados para fins de simplificação desta estimativa.

#### COMPONENTES TERCEIRIZADOS

ITEM	QUANTIDADE	PREÇO UN. (R\$)
Pneu	2	42
Aro	2	44
Câmara	2	10
Cubo (par) + eixos	1	24
Raio	72	0,35
Pedal completo	1	60
Catraca, coroa e corrente	1	62
Caixa de direção	1	42
Adesivo refletivo	6	0,5
Selim	1	30
Manopla (par)	1	10
Sistema frenagem	1	40
Parafusos	4	0,5
Porcas	8	0,5
Cesta	1	10
Guidão	1	35
Garfo	1	30
Mesa de direção	1	17
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>586,2</b>

Dos custos envolvendo o processo de fabricação, estima-se:

- R\$ 2200,00 por MDO (soldador);
- R\$ 2000,00 por MDO (montador e demais funções);

#### COMPONENTES FABRICADOS

ITEM	QUANTIDADE	CUSTO (R\$)
Quadro	1	166
MDO	2	5,25

Totalizando R\$ 757,45 para fabricação completa da bicicleta, atingindo o objetivo de manter o preço de custo abaixo de R\$ 800,00 mesmo que com pouca margem (5,75%).

### 3. CONCLUSÃO

A metodologia utilizada forneceu ferramentas importantes que possibilitaram aos desenvolvedores uma visão do produto a ser elaborado desde o início do trabalho, facilitando o desenvolvimento por possibilitar uma união dos esforços empregados para o objetivo em comum. A pesquisa de mercado possibilitou o levantamento das exigências de parâmetros importantes para o cliente, que por sua vez, levou à definição dos requisitos técnicos que moldaram o escopo do produto.

A terceirização de peças padronizadas facilitou o desenvolvimento do projeto, reduzindo custos e que tornam o processo produtivo mais eficiente. Permitindo que o projetista/fabricante centralize a atenção onde trará resultado perceptível ao cliente por meio do seu diferencial.

Através da análise das simulações por elementos finitos, foi possível definir as dimensões dos componentes de forma que os esforços internos não superassem à resistência do material, que para fins de simplificação de projeto e produção (logística de fornecimento e fabricação), foi selecionado apenas aço galvanizado. Após diversas iterações entre simulações e redimensionamentos dos elementos estruturais, foram então definidas as dimensões com coeficientes de segurança aceitáveis (maiores que 2, tendo em vista que algumas simplificações das dinâmicas da bicicleta não levaram em conta impacto, atrito e fadiga – que forneceriam esforços mais precisos).

O desenho técnico dos elementos projetados no trabalho se encontra no capítulo 5 (Anexo).

A estrutura do processo de produção da fábrica criada mostrou-se ser bastante promissora para obtenção de lucros crescentes com o decorrer do tempo e possível crescimento horizontal físico e econômico da fábrica.

O mercado competitivo atual exige aplicabilidade de técnicas de gestão de operações na produção para obtenção de resultados satisfatórios em termos quantitativos. A fábrica de quadros projetada neste trabalho, demonstrou ter uma quantidade estoques satisfatórios com uma alta possibilidade de atendimento à demanda de vendas.

O projeto do processo produtivo foi bem elaborado no entanto, requer um constante monitoramento das vendas, demandas mensais e lucros. Para uma contínua melhoria da qualidade do processo e a conscientização da empresa que somente com um gerenciamento eficaz de suas operações será possível à área produtiva corresponder às expectativas e acompanhar o crescimento e desenvolvimento da área comercial.

O preço final da bicicleta ficou acima do esperado, tendo em vista que o custo de aquisição dos componentes terceirizados ultrapassou mais da metade do valor final esperado da bicicleta (mesmo sendo considerado desconto de 30% na aquisição em grandes lotes), fazendo com que sobrasse pouca margem de custos para a fabricação dos demais componentes, a fim de manter o preço competitivo com o público-alvo esperado. Inserindo margem de lucro de 10% sobre o valor do custo total, tem-se R\$ 833,20, ultrapassando o valor estipulado anteriormente.



## 4. REFERÊNCIAS

RAMOS, A. **A importância da geometria na construção dos quadros de bicicleta.** Fonte: MTB Brasília: <https://www.mtbbrasil.com.br/2015/07/26/a-importancia-da-geometria-na-construcao-dos-quadros-de-bicicleta/>

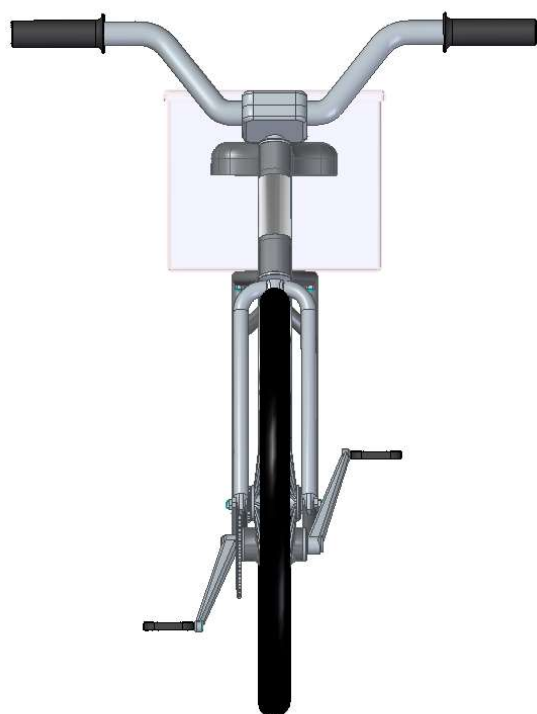
NORTON, R. **Projeto de máquinas.** bookman, 2013.

RICHARDS, K. **Design Engineer's Reference Guide: Mathematics, Mechanics and Thermodynamics.** Taylor & Francis Group, 2014.

TAVARES, Nathália Oliveira Gonzaga. **A IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO UTILIZANDO O KANBAN: um estudo de caso em uma indústria de bicicletas.** 2012. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Engenharia de Produção, Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2012.

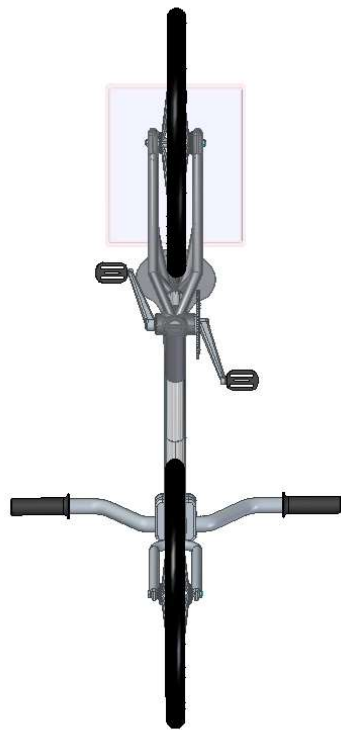
## 5. ANEXO

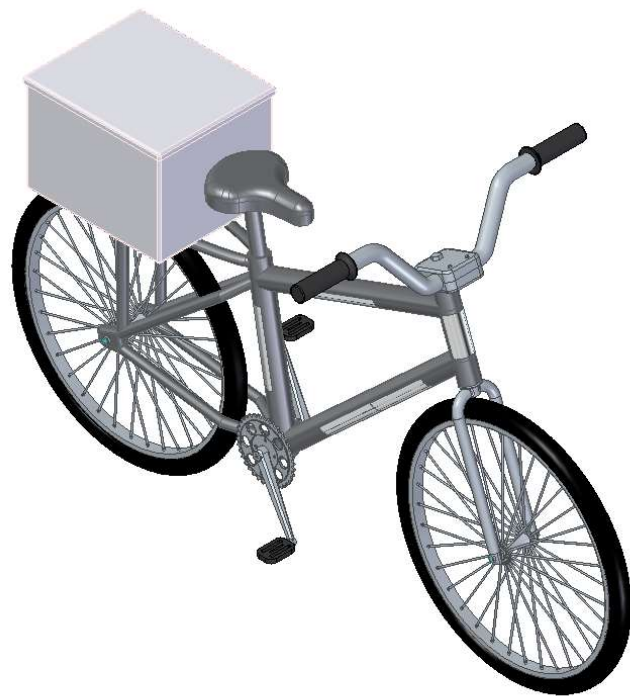
Desenho técnico dos elementos projetados no trabalho.







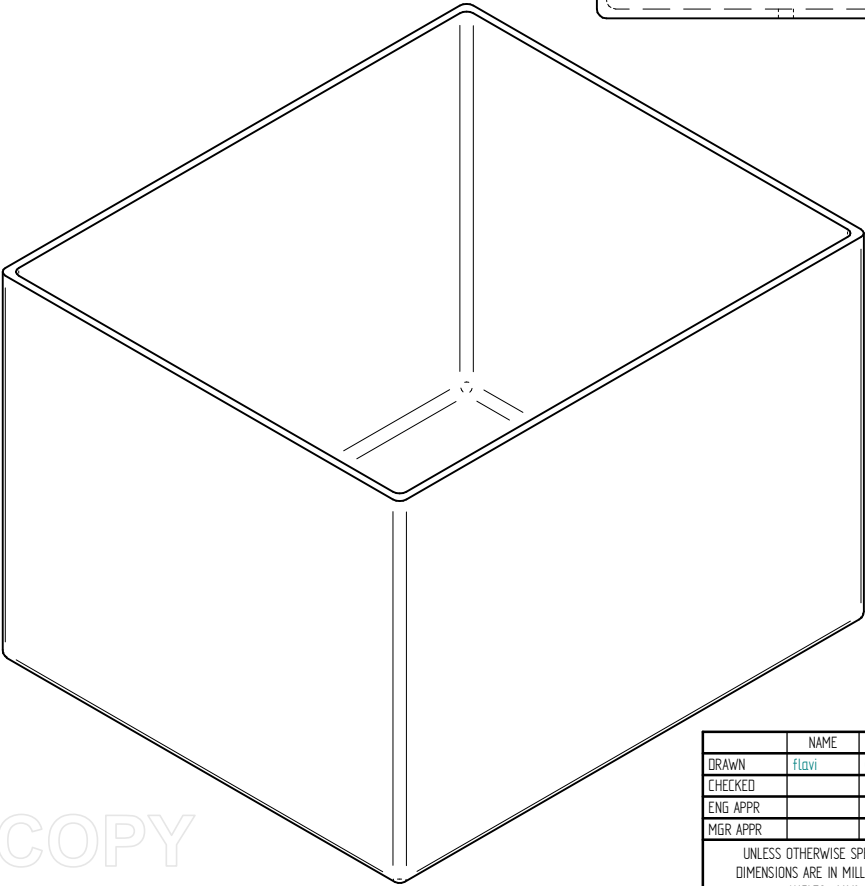
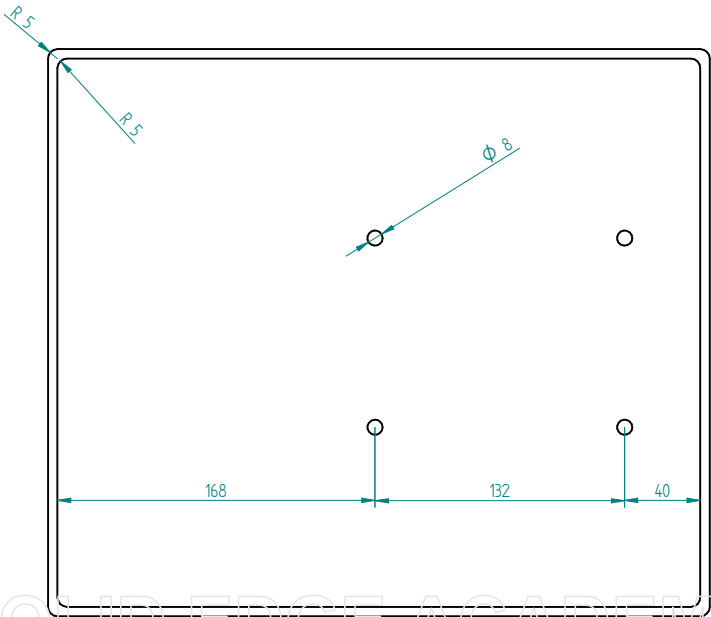
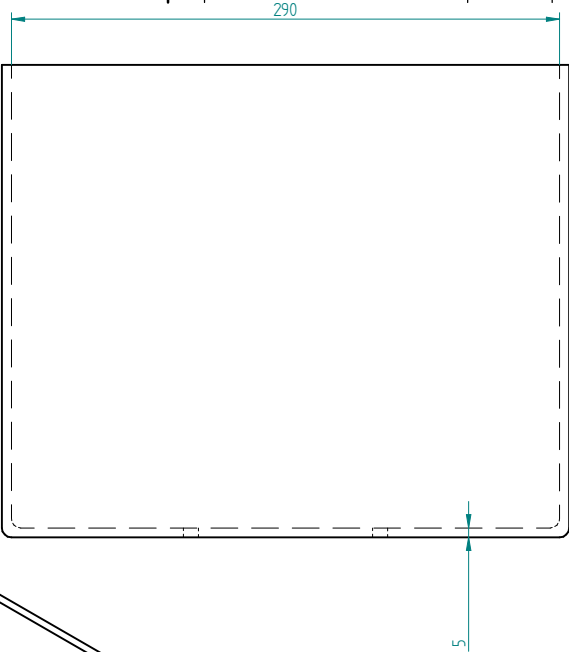
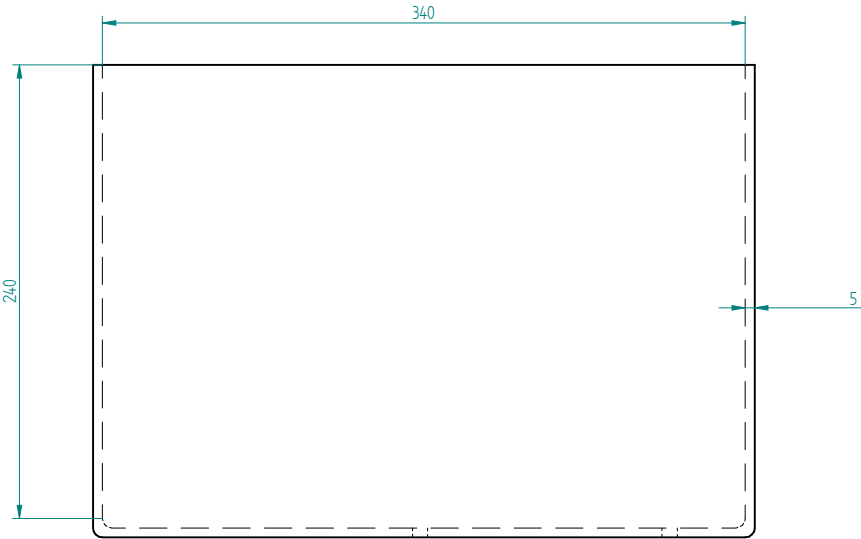






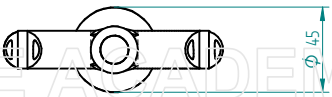
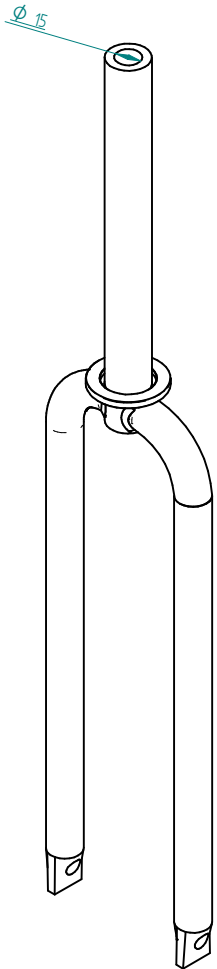
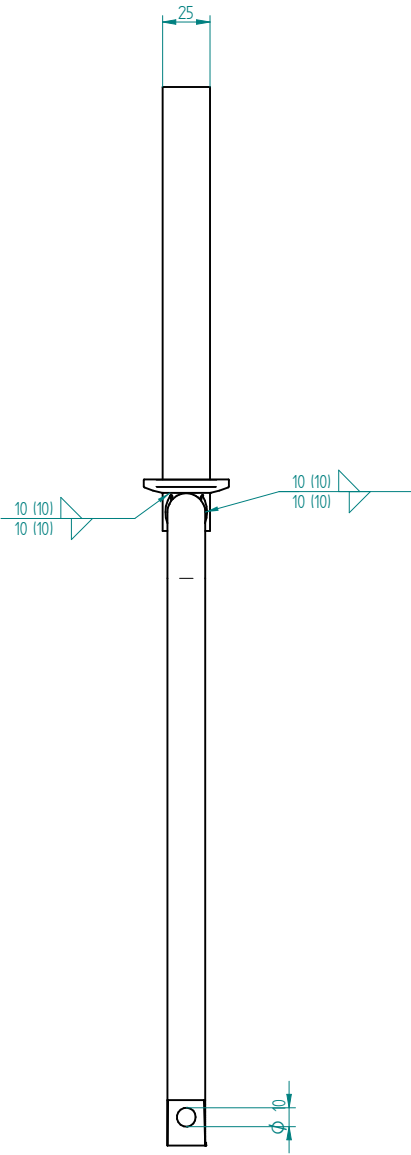
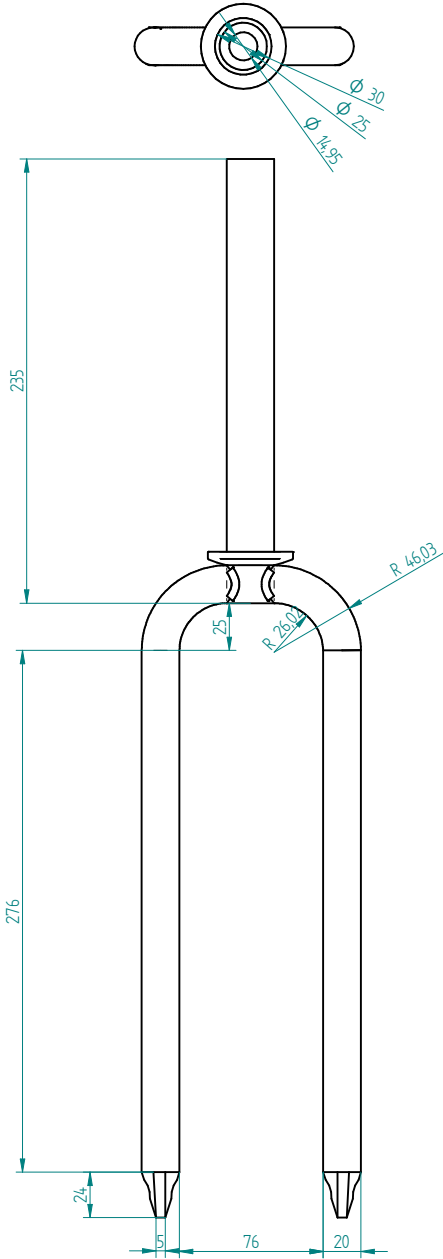


REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



NAME	DATE	Solid Edge	
DRAWN	fLavi	04/17/22	TITLE
CHECKED			
ENG APPR			
MGR APPR			
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGLES ±XX° 2 PL *XXX 3 PL *XXXX		SIZE A2	DWG NO REV
FILE NAME: Cesta.dft		SCALE	WEIGHT
			SHEET 1 OF 1

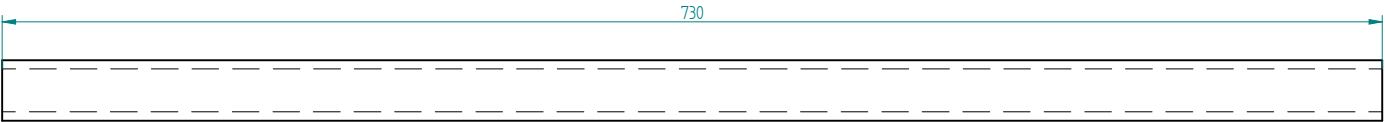
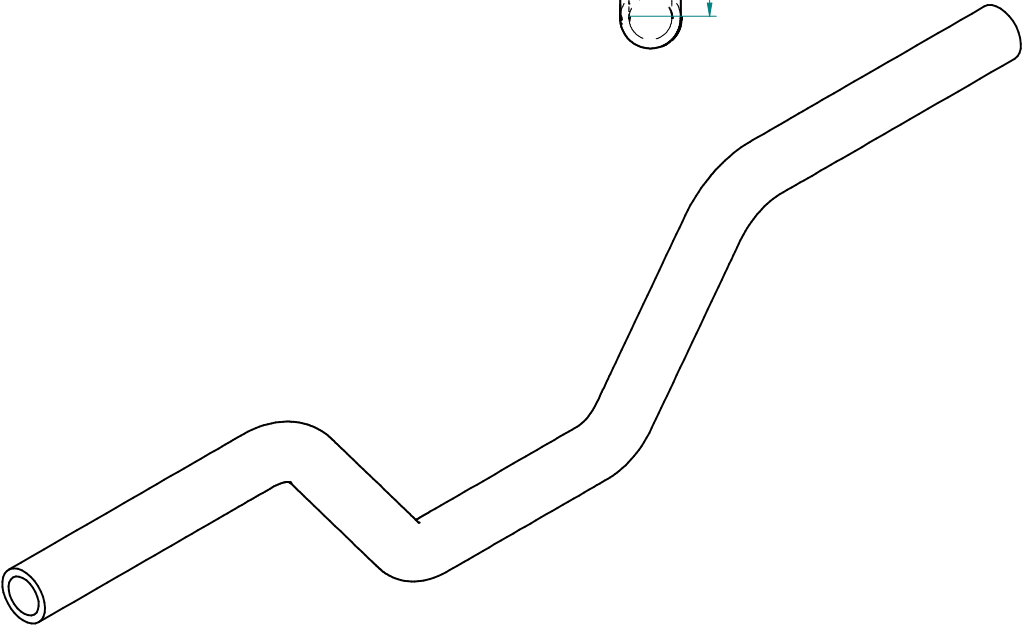
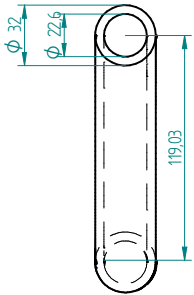
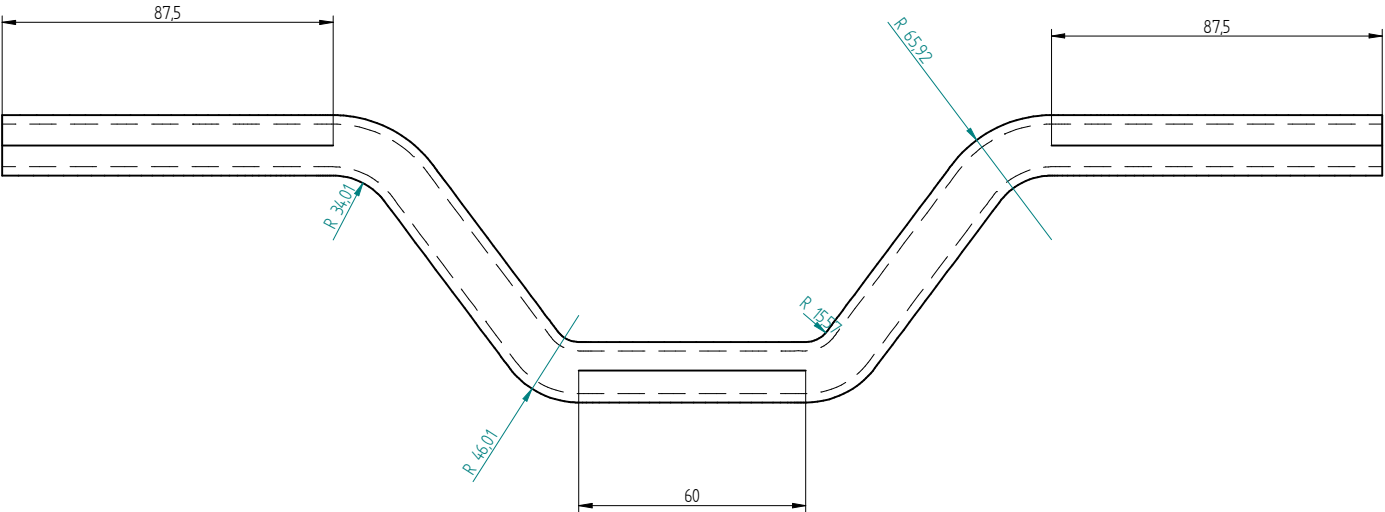
REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	NAME	DATE	Solid Edge	
DRAWN	fLavi	04/17/22		
CHECKED			TITLE	
ENG APPR				
MGR APPR				
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGLES ±XX° 2 PL ±XXX 3 PL ±XXXX			SIZE A2	DWG NO
			FILE NAME: Garfo_com_Tampa.dft	REV
			SCALE	WEIGHT
				SHEET 1 OF 1

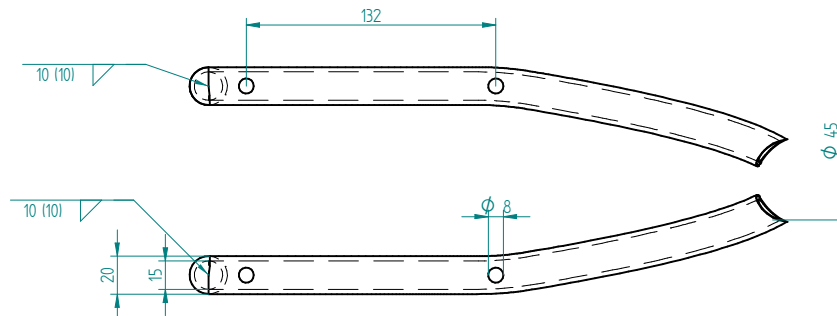
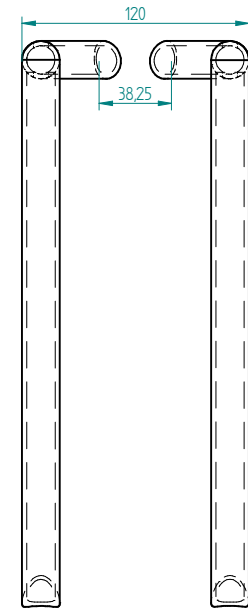
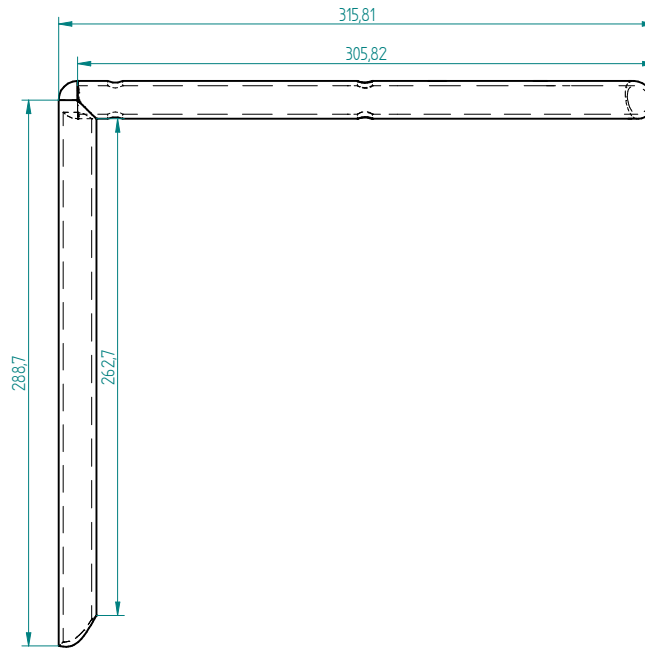
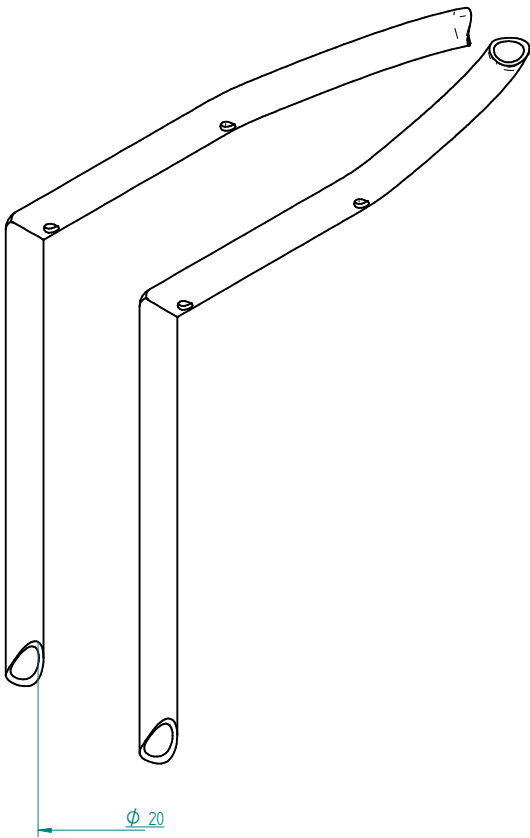
REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	NAME	DATE	Solid Edge	
DRAWN	fLavi	04/17/22		
CHECKED			TITLE	
ENG APPR				
MGR APPR			UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGLES ±XX° 2 PL ±XXX 3 PL ±XXXX	
	SIZE	DWG NO	REV	
	A2		FILE NAME: Guidao.dft	
	SCALE	WEIGHT	SHEET 1 OF 1	



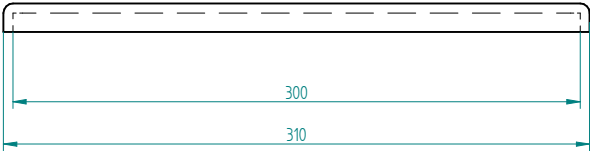
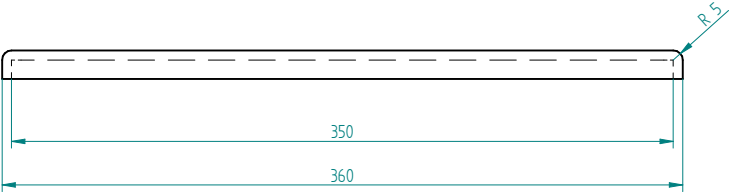
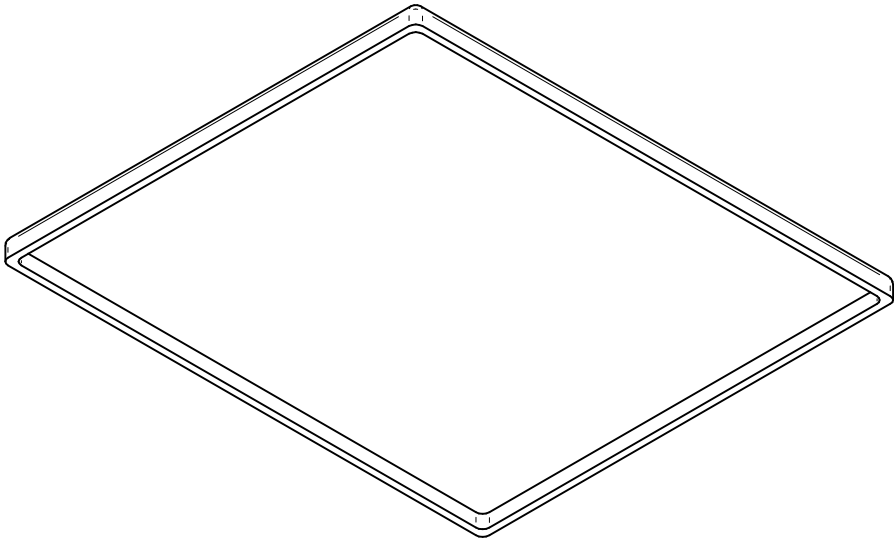
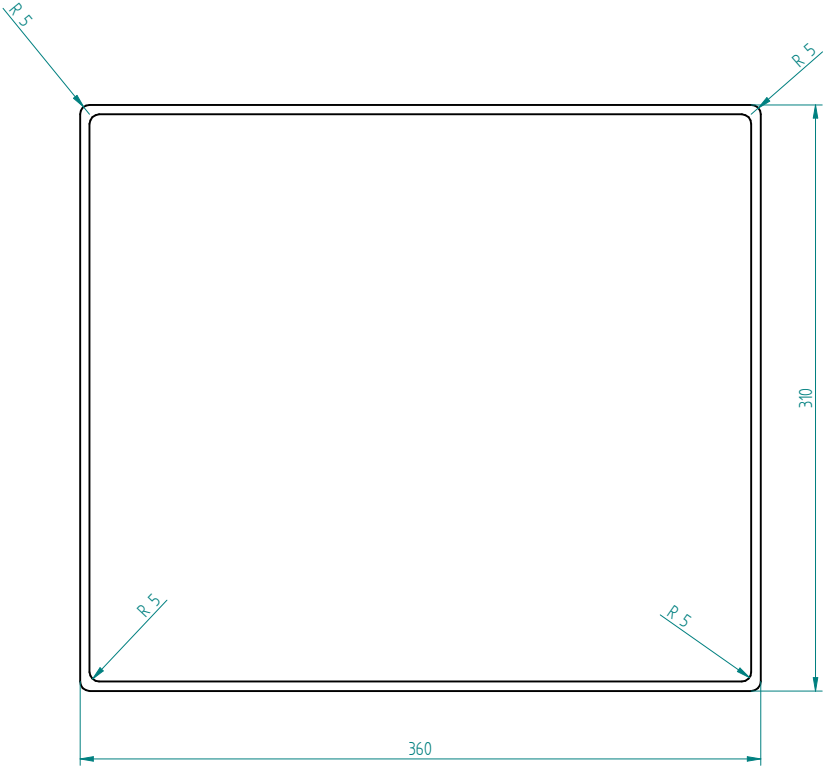


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

	NAME	DATE	Solid Edge	
DRAWN	fLavi	04/17/22		
CHECKED			TITLE	
ENG APPR				
MGR APPR				
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGLES ±XX° 2 PL ±XXX 3 PL ±XXXX			SIZE A2	DWG NO
			FILE NAME: SuporteCesta.dft	
			SCALE	WEIGHT
			SHEET 1 OF 1	

REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	NAME	DATE	Solid Edge	
DRAWN	fLavi	04/17/22		
CHECKED			TITLE	
ENG APPR				
MGR APPR				
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGLES ±XX° 2 PL ±XXX 3 PL ±XXXX			SIZE A2	DWG NO
			FILE NAME: TampaCesta.dft	
			SCALE	WEIGHT
				SHEET 1 OF 1