



**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS – CAMPUS ARCOS
ENGENHARIA MECÂNICA**

RELATÓRIO FINAL SOBRE PROJETO TAI

C.R.A - CADEIRA DE RODAS ADAPTADA

**Paulo Henrique Chaves
Maxwell Jonathan Azevedo Santos
Klinsmann Oliveira Costa
Júlio César Rangel
Raycos Augusto Maganha**

Orientador: Prof. Dr. Niltom Vieira Junior

**Arcos/MG
2017**

**PAULO HENRIQUE CHAVES
MAXWELL JONATHAN AZEVEDO SANTOS
KLINSMANN OLIVEIRA COSTA
JÚLIO CÉSAR RANGEL
RAYCOS AUGUSTO MAGANHA**

C.R.A. – CADEIRA DE RODAS ADAPTADA

Relatório final apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) *campus* Arcos para obtenção de notas em todas matérias do 1º período do curso de Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Niltom Vieira Junior

**Arcos/MG
Junho/2017**

BANCA EXAMINADORA

Relatório referente ao Trabalho Acadêmico Integrador (TAI 1),
apresentado em _____ de _____ de 2017, avaliado pela banca
examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Prof. Dr. Niltom Vieira Junior

(Nome do professor: _____)

(Nome do professor: _____)

(Nome do professor: _____)

(Nome do professor: _____)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por nos proporcionar esta oportunidade única em nossas vidas e por nos abençoar todos os dias.

Também a nossos familiares por estarem nos ajudando na realização dos nossos sonhos e pelo apoio que eles sempre nos dão.

A coordenação do IFMG – Arcos, aos professores por nos auxiliarem nas nossas dificuldades e sempre mostrar que poderemos ultrapassar nossos limites.

Somos gratos também pela experiência que o Trabalho Acadêmico Integrador nos proporcionou, de mostrar que apesar das divergências de opiniões, temos que superar obstáculos para que o projeto seja bem desenvolvido. Pois será de extrema importância na nossa vida profissional, já que no futuro iremos ser líderes de equipes.

RESUMO

Este trabalho foi elaborado pelos alunos do 1º período do curso de Engenharia Mecânica no IFMG – Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus Arcos*.

Apresentando o projeto sobre a C.R.A. - Cadeira de Rodas Adaptada, focada em auxiliar pessoas paraplégicas, facilitando e diversificando sua vida onde será construído um veículo de três rodas movido a pedais para auxiliar e também dinamizar seu dia-a-dia propondo também um meio de atividade para exercitar-se. Este projeto foi constituído para a integração de todas as matérias afim da obtenção de pontos na matéria TAI 1 e parcial em todas as demais.

Palavra-chave: Veiculo com 3 rodas; cadeira adaptada; pedais.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura1: Esboço inicial da C.R.A., (vista de elevação)..... | 10 |
| Figura2: Esboço inicial da C.R.A., (vista da planta) | 10 |
| Figura3: Esboço inicial da C.R.A., (vista de perfil)..... | 11 |
| Figura4: Medição das peças para montagem do chassi. | 12 |
| Figura5: Corte das peças do chassi. | 12 |
| Figura6: Corte do quadro da bicicleta..... | 13 |
| Figura7: Tamanho da cadeira de rodas..... | 13 |
| Figura8: Tamanho da C.R.A. | 14 |
| Figura9: Junção do chassi com o quadro..... | 14 |
| Figura10: Corte dos perfis dos garfos traseiros..... | 15 |
| Figura11: Fixação dos garfos traseiros..... | 15 |
| Figura12: Reforços feitos entre as laterais..... | 16 |
| Figura13: Fixação da caixa para pedal..... | 16 |
| Figura14: Rompimento do quadro com o chassi..... | 17 |
| Figura15: Suporte do banco. | 17 |
| Figura16: Acento da C.R.A. | 18 |
| Figura17: Freio (modelo 1)..... | 19 |
| Figura18: Freio (modelo 2). | 19 |
| Figura19: Lixamento da estrutura para fazer a pintura..... | 20 |
| Figura20: Fazendo a pintura..... | 20 |
| Figura21: Finalização do fundo da pintura..... | 21 |
| Figura22: C.R.A. em fase de conclusão..... | 21 |
| Figura23: Projeto Concluído..... | 22 |
| Figura24: Desenho final (Vista por elevação)..... | 25 |
| Figura25: Desenho final (Vista de perfil)..... | 25 |
| Figura26: Desenho final (Vista de planta)..... | 26 |
| Figura27: Desenho do Freio (modelo 2)..... | 26 |
| Figura28: Legenda do desenho técnico..... | 27 |
| Figura29: Relações trigonométricas..... | 27 |
| Figura30: Cambagem das rodas..... | 28 |
| Figura31: Ângulo do garfo | 29 |
| Figura32: Ângulo do suporte da caixa para pedal..... | 29 |
| Figura33: Polias ligadas por corrente..... | 31 |
| Figura34: Polias acopladas pelo mesmo eixo..... | 33 |
| Figura35: Área total..... | 34 |
| Figura36: Área do trapezio..... | 35 |
| Figura37: Área total da C.R.A..... | 35 |
| Figura38: Gráfico plotado..... | 39 |

LISTA DE TABELA

| | |
|----------------------------------|----|
| Tabela1: Cronograma..... | 23 |
| Tabela2: Variáveis..... | 38 |
| Tabela3: Saída de dados..... | 39 |
| Tabela4: Lista de materiais..... | 41 |
| Tabela5: Orçamento. | 42 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 - INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 - JUSTIFICATIVA | 9 |
| 3 OBJETIVOS | 9 |
| 3.1 Objetivo geral..... | 9 |
| 3.2 Objetivo específico..... | 9 |
| 4 – METODOLOGIA | 10 |
| 4.1 – Pesquisas..... | 10 |
| 4.2 – Construção da C.R.A..... | 11 |
| 5 - REFERENCIAL TEORICO | 22 |
| 6 - CRONOGRAMA | 23 |
| 7 - APLICAÇÃO DAS DISCIPLINAS | 23 |
| 7.1 – Scripts file..... | 40 |
| 8 - LISTA DE MATERIAIS | 41 |
| 9 - ORÇAMENTO E/OU RECURSOS NECESSÁRIOS | 42 |
| 10 - CONCLUSÃO | 43 |
| REFERÊNCIAS | 44 |

1 - INTRODUÇÃO

A falta de acessibilidade dos cadeirantes no meio urbano instigou esse grupo a elaborar um projeto para facilitar o meio de locomoção, fazendo assim, na elaboração de um veículo de três rodas para os ajudá-los no dia-a-dia.

Segundo estatísticas do (NOTÍCIAS - TERRA, 2003) há 24,5 milhões de portadores de deficiências no Brasil. Boa parte deles necessita de cadeira de rodas para se locomoverem, são os chamados cadeirantes. Muitos têm uma vida ativa, trabalham e estudam, por isso, precisam se movimentar pelas cidades. Mas será que os municípios brasileiros, principalmente os grandes centros urbanos, estão preparados para proporcionar o bem-estar desses cidadãos?

O trabalho foi realizado por um grupo de cinco estudantes do primeiro período do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus Arcos*. Os alunos utilizaram os conceitos vistos em sala de aula para demonstrar na prática a utilização dos conceitos teóricos abordados no curso.

2 - JUSTIFICATIVA

Visto os problemas de inclusão e acessibilidade, estes problemas que levaram esse grupo a criar tal veículo com um baixo custo para adquiri-lo e com uma baixa manutenção podendo assim auxiliar cadeirantes. E sendo um projeto ideal na aplicação das matérias do 1º período exigidas pelos instrutores do curso.

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento da escrita culta e científica, através da redação de projetos conforme normas e metodologias para pesquisa; na elaboração de uma cadeira de rodas adaptada fazendo com que o deficiente tenha melhor inclusão na sociedade.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

A seguir podem ser observados os objetivos específicos deste trabalho:

Construção de uma cadeira de rodas adaptada;

Melhorar a acessibilidade dos deficientes físicos (paraplégicos);

Preço acessível para a maioria das pessoas que necessitam desta adaptação.

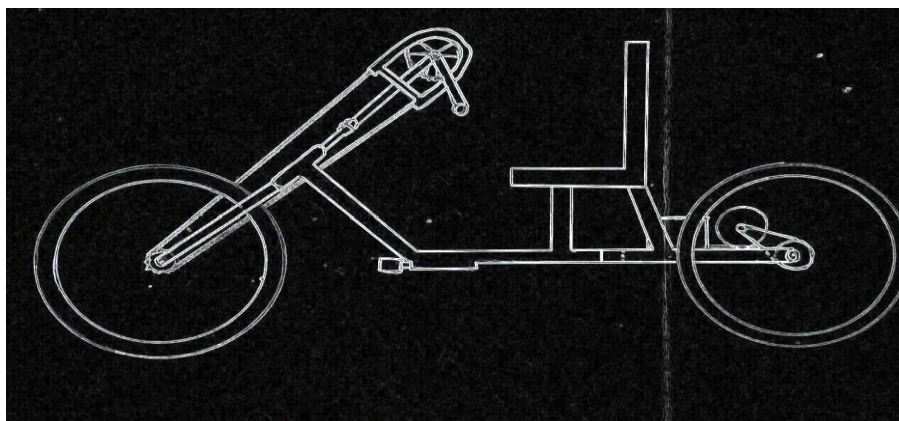
4 - METODOLOGIA

4.1 - Pesquisas

Para inicialização do projeto foram feitas pesquisas na internet como forma de se ter uma ideia do projeto e analisar os já existentes no mercado, a partir daí foi esboçado a cadeira de rodas adaptada, já aplicando as matérias estudadas no 1º período de engenharia mecânica criamos os formatos e dimensões pré-definidos. Projetos podem ser desenvolvido e construído de várias formas, a C.R.A. será construída com ferro (metalon) e barras maciças, que irão servir para fazermos o chassi, suporte para o banco, freios e reforços necessários em sua estrutura.

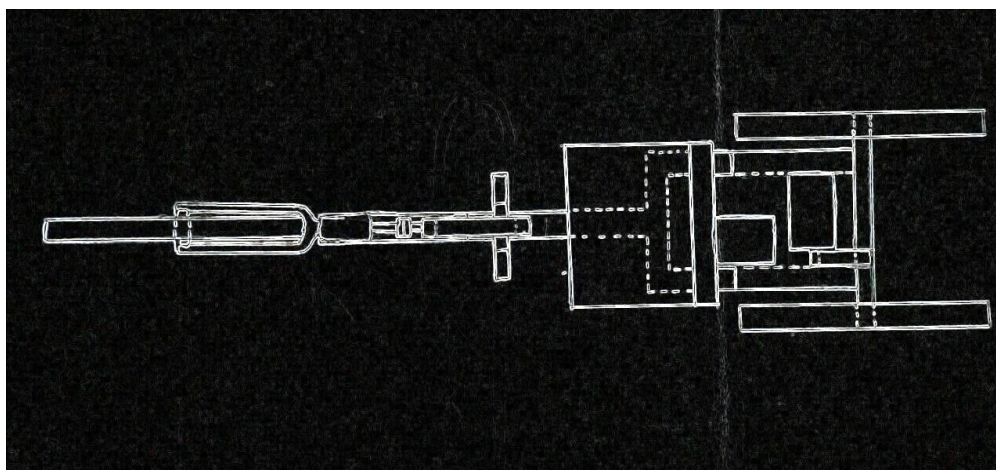
As figuras a seguir (1, 2, 3), mostram o primeiro esboço feito pelo grupo, feito no papel, para começar a elaboração da C.R.A., mostrando as vistas preferencias

Figura 1: Esboço inicial da C.R.A., (vista de elevação).



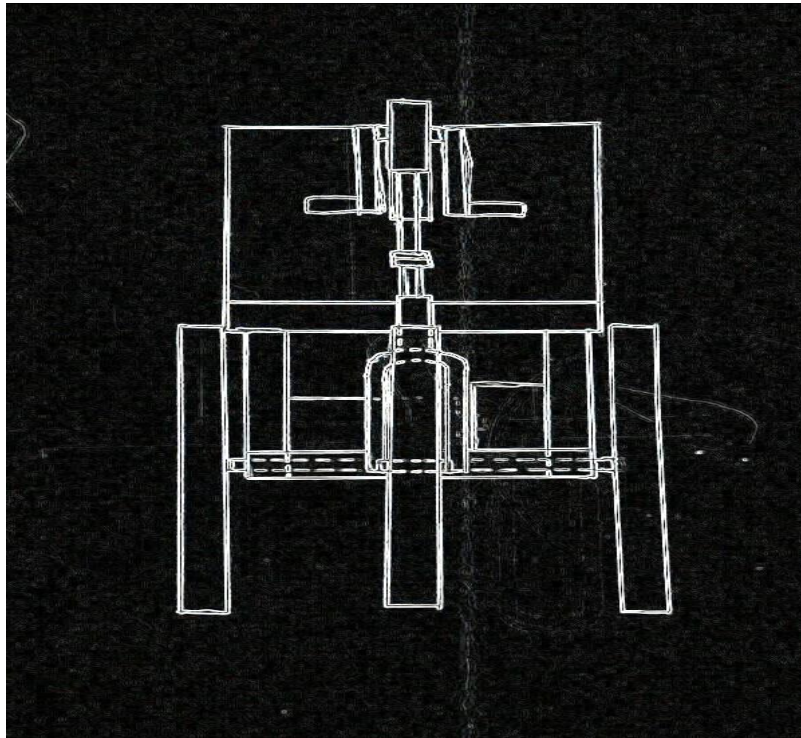
Fonte: Próprios autores.

Figura 2: Esboço inicial da C.R.A., (vista da planta).



Fonte: Próprios autores.

Figura 3: Esboço inicial da C.R.A., (vista de perfil).



Fonte: Próprios autores.

4.2 – Construção da C.R.A

Com as dimensões e formatos pré-estabelecidos, juntamente com os cálculos, foi dado início a sua construção mediu-se os materiais e cortes para a formação do chassi e de seu quadro de sustentação.

Foram utilizados metalon e barra maciça para construção e reforços ao chassi e ao quadro. Primeiro foi medido e cortado os materiais para formulá-lo. Logo em seguida as partes foram soldadas eletricamente com eletrodos revestidos, concluindo assim a parte estrutural do projeto aonde se concentra maior peso do condutor.

Figura 4: Medição das peças para montagem do chassi.



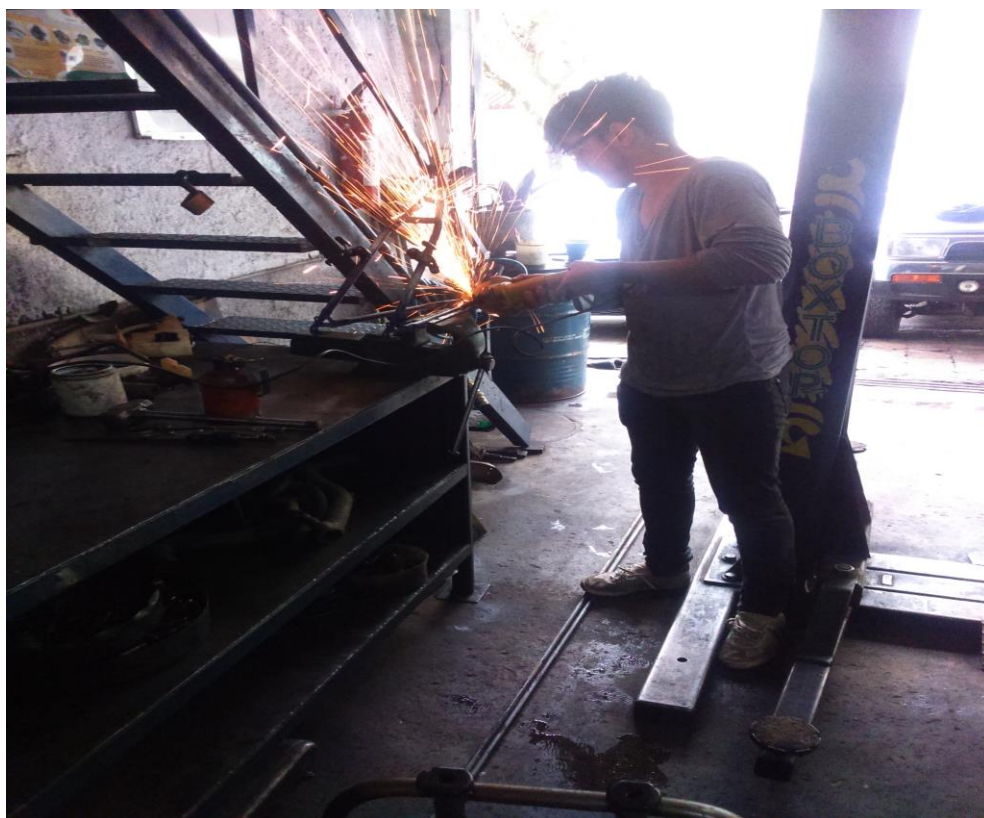
Fonte: Próprios autores.

Figura 5: Corte das peças do chassi.



Fonte: Próprios autores.

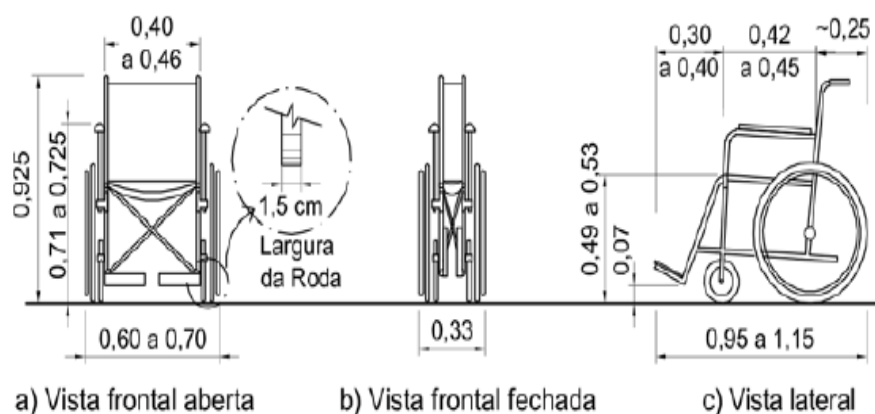
Figura 6: Corte do quadro da bicicleta.



Fonte: Próprios autores.

Figura 7: Tamanho da cadeira de rodas.

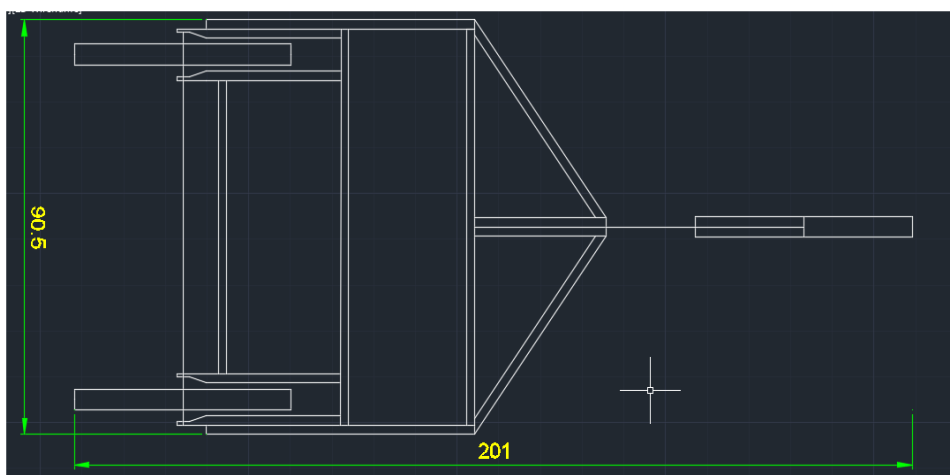
Cadeiras de rodas com acionamento manual pesam entre 12 kg a 20 kg e as motorizadas até 60 kg.



Fonte: <http://www.blogdocadeirante.com.br/2014/06/medidas-da-cadeira-de-rodas.html> (Acessado em 25 jun.2017).

Mas a C.R.A. por ser uma cadeira adaptada, o tamanho teve que ser aumentado para ser feito a cambagem das rodas traseiras, estendi mento da estrutura para colocar o pedal na frente e para ter um melhor espaço.

Figura 8: Tamanho da C.R.A.



Fonte: Próprios autores.

Logo em seguida as partes foram soldadas eletricamente com eletrodos revestidos, concluindo assim a parte estrutural do projeto.

Figura 9: Junção do chassi com o quadro.



Fonte: Próprios autores.

Figura 10: Corte dos perfis dos garfos traseiros.



Fonte: Próprios autores.

Figura 11: Fixação dos garfos traseiros.



Fonte: Próprios autores.

Foram feitos reforços na parte do chassi entre as laterais, pois a estrutura iria ficar muito flexível, ocorrendo o risco de seu rompimento em vários pontos.

Figura 12: Reforços feitos entre as laterais.



Fonte: Próprios autores.

Foi feito a fixação da caixa para pedal soldada no guidão e o suporte do banco. Mas ocorreu um erro na hora da fixação da caixa para pedal, pois o ângulo que estava sendo colocado iria interromper o percurso da corrente, ela iria pegar no suporte do guidão, assim foi feito um estudo para ver qual o melhor ângulo que deveria ser colocado, para a corrente não pegar no suporte e para o condutor ter uma melhor ergonomia.

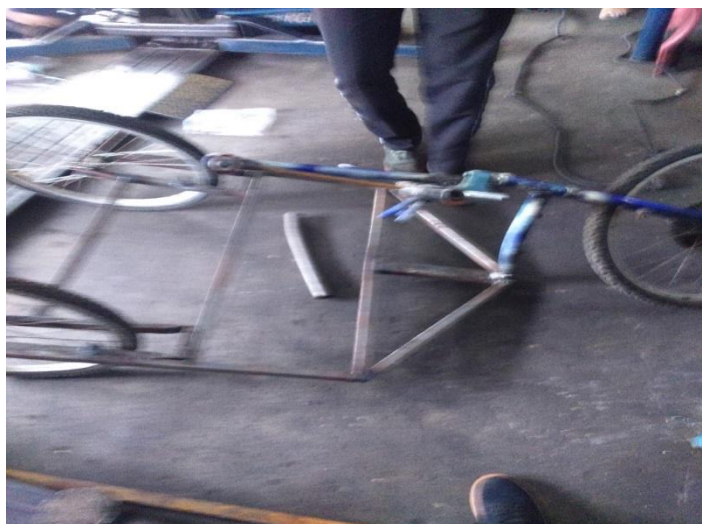
Figura 13: Fixação da caixa para pedal.



Fonte: Próprios autores.

No dia (20/05), foi feito o alargamento do garfo dianteiro, instalação do reforço da direção e também foram instalados reforços na junção do chassi com o quadro. Mas antes de ser feito os reforços da junção houve um incidente com a C.R.A. (Cadeira de rodas adaptada), onde a solda que liga o chassi ao quadro não suportou o peso de 64kg no seu ponto de pressão, ocorrendo uma ruptura na solda e a quebra do quadro. Foi corrigido o ocorrido aplicando reforços necessários para que não ocorra novamente essa fatalidade.

Figura 14: Rompimento do quadro com o chassi.



Fonte: Próprios autores

Figura 15: Suporte do banco.



Fonte: Próprios autores.

Figura 16: Acento da C.R.A.



Fonte: Próprios autores (2017).

Foram feitas a colocação do suporte dos freios e os freios (Figura 17). Para acionamento dos freios seria feito através de um freio de mão de um carro, mas os freios não estavam tendo muita eficiência na frenagem, pois não travavam as rodas com a precisão necessária. Assim a opção foi sua retirada e a colocação de outro modelo (Figura 18), que é acionado por uma alavanca que se localiza do lado esquerdo banco do condutor, fazendo com que apenas as rodas traseiras freiem, tendo uma boa precisão. Este modelo de freio é o que é usado nas cadeiras de rodas.

Figura 17: Freio (modelo 1).



Fonte: Próprios autores.

Figura 18: Freio (modelo 2).



Fonte: Próprios autores.

Após feitas as devidas alterações de reforço e a instalação do novo modelo de freios, a cadeira foi lixada e finalizada a pintura de fundo de sua estrutura, ficando pronta para receber a pintura final.

Figura 19: Lixamento da estrutura para fazer a pintura.



Fonte: Próprios autores.

Figura 20: Fazendo a pintura.



Fonte: Próprios autores.

Figura 21: Finalização do fundo da pintura.



Fonte: Próprios autores.

Figura 22: C.R.A. em fase de conclusão.



Fonte: Próprios autores.

Figura 23: Projeto Concluído.



Fonte: Próprios autores

5 - Referencial teórico

O projeto partiu de pesquisas na internet, vendo a necessidade que os deficientes têm, o grupo fez várias buscas para ver o que poderia ser feito para minimizar este problema. Até chegar na conclusão de fazer uma cadeira de rodas adaptada, pesquisando em livros e sites para iniciar a elaboração do projeto e na aplicação das disciplinas.

6 - CRONOGRAMA

A seguir irá ser mostrado o cronograma que foi seguido para elaboração do projeto.

Tabela 1: Cronograma.

| CRONOGRAMA | |
|----------------------|--|
| 07/04 | Apresentação da C.R.A. |
| 21/04 | Compra dos Materiais Necessários |
| 21/04 à 23/04 | Inicialização do Relatório |
| 19/05 à 21/05 | Montagem parte 1 (chassi) |
| 02/06 à 04/06 | Montagem parte 2 (assento, direção) |
| 16/06 | Continuação do Relatório |
| 18/06 | Estruturação do Relatório |
| 23/06 | Montagem parte 3 (freio, acabamentos, pintura) |
| 25/06 | Entrega do Relatório |
| 30/06 | Finalização do Projeto e Testes |
| 03/07 à 07/07 | Semana do TAI |

Fonte: Próprios autores

7 - APLICAÇÃO DAS DISCIPLINAS

O projeto C.R.A (Cadeira de Rodas Adaptada) é voltado preferencialmente para a disciplina CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) onde por meio da análise da dificuldade dos paraplégicos, foi desenvolvido o projeto aonde de acordo com a LEI Nº 13.146, (BRASIL,2015), no Capítulo X Do DIREITO AO TRANSPORTE E À MOBILIDADE no Art. 48, fala que:

“Os veículos de transporte coletivo terrestre, aquaviário e aéreo, as instalações, as estações, os portos e os terminais em operação no País devem ser acessíveis, de forma a garantir o seu uso por todas as pessoas”.

E no caso do Art. 106 da LEI nº9.503(BRASIL,1997), diz que:

No caso de fabricação artesanal ou de modificação de veículo ou, ainda, quando ocorrer substituição de equipamento de segurança especificado pelo fabricante, será exigido, para licenciamento e registro, certificado de segurança expedido por instituição técnica credenciada por órgão ou entidade de metrologia legal, conforme norma elaborada pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito).

É necessário quanto a produção da bicicleta ou ciclomotor fornecer manual de instruções com forme a LEI nº9.503, Art.338 abaixo:

As montadoras, os importadores e fabricantes, ao comerciarem veículos automotores de qualquer categoria e ciclos, são obrigados a fornecer, no ato da comercialização do respectivo veículo, manual contendo normas de circulação, infrações, penalidades, direção defensiva, primeiros socorros e Anexos do Código de Trânsito Brasileiro.

Baseando –se nas dificuldades em que um paraplégico tem ao se locomover no meio urbano e com as leis vigentes já citadas , instigou esse grupo ao desenvolvimento de uma cadeira de rodas adaptada com um custo de fabricação mais barato do que já encontrado no mercado , além de facilitar sua locomoção e garantir o seu direito de cidadão de ir e vir de onde ele estiver.

O projeto tem como benefício para o potador de necessidade especial, o fácil acesso ao se sentar nela e ainda não prejudicando sua ergonomia , ela contém assentos com regulagem para que o cadeirante não fique em apenas uma posição, o que danifica sua coluna, mais que se sinta bem e confortável ao pilota-la e não prejudicando sua saúde , previnindo assim eventuais problemas no futuro.

Outro benefício ao qual podemos citar é o baixo custo de fabricação visto que os cadeirantes já tem um difícil acesso a essas cadeiras por serem geralmente com um custo elevado ,fazendo assim que muitos do que precisariam não utilizem desse benefício na sociedade. Isso instigou ao nosso grupo a fazer um levantamento e a construção de um projeto elaborado em que visa contruir uma cadeira adaptada com o menor valor possível , desse modo a população paraplégica teria mais acesso ao bem que essa cadeira virar a trazer em sua vidas.

Por ser um projeto visando o acesso das pessoas com deficiência física e sendo que a cadeira tem o meio de tração manual , isso leva ao melhoramento da cordenação motora de seu proprietário além de contribuir para o exercício físico do cadeirante e melhorar seu metabolismo fazendo assim ter uma vida mais saudável e melhor.

O Desenho Técnico é uma forma de expressão gráfica que tem por finalidade a representação de forma, dimensão e posição de objetos de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas modalidades da engenharia.

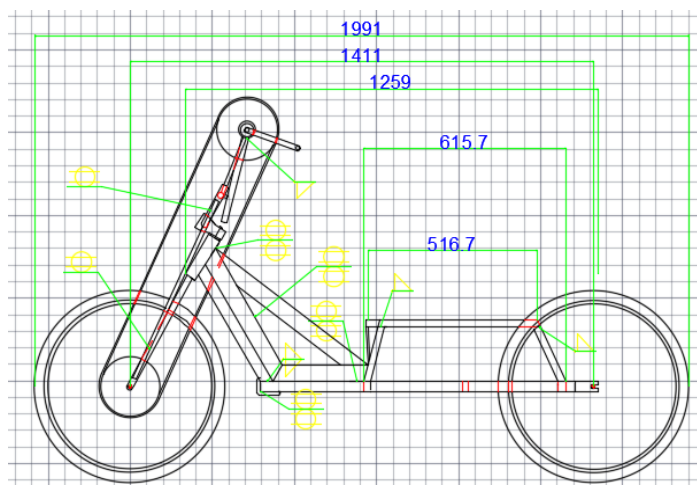
Na elaboração da C.R.A., o Desenho Técnico Computacional entrou com uma grande importância para a construção e resolução de problemas do projeto, resolveu e aperfeiçoou detalhes onde na prática vários obstáculos impediram de prosseguir com o andamento do mesmo.

Dentro do Desenho Técnico, o AutoCAD possibilitou a visão de um projeto onde no início era apenas uma imaginação, montando um desenho da planta, perfil e elevação em 2D no primeiro diedro para sua construção em tamanho real. Possibilitou também a elaboração e concretização de novas ideias como o sistema de pedais em que ao invés dos pés serão usadas as mãos e também o sistema de freio nas duas rodas traseiras conectados por uma só alavanca.

A construção do projeto C.R.A. no AutoCAD dependeu de muito esforço e atenção para ser concluído da melhor maneira possível, pois foram necessárias várias especificações e comandos como Linhas, Círculos, Retângulos, Mirror, Trim, Offset, entre outros. Necessitou também da utilização de Arestas Ocultas, Especificações de Soldas, Cotas e como o AutoCAD trabalha em milímetros, demandou um dimensionamento do projeto em que a escala foi de 1:10.

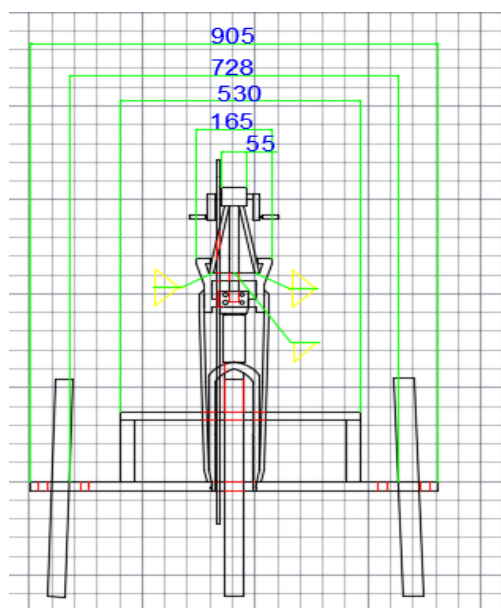
Por fim o resultado foi adquirido com êxito, apesar de que problemas surgiram com o andamento do projeto, mas finalizado graças ao auxílio do Desenho Técnico Computacional e todas as demais disciplinas.

Figura 24: Desenho final (Vista por elevação).



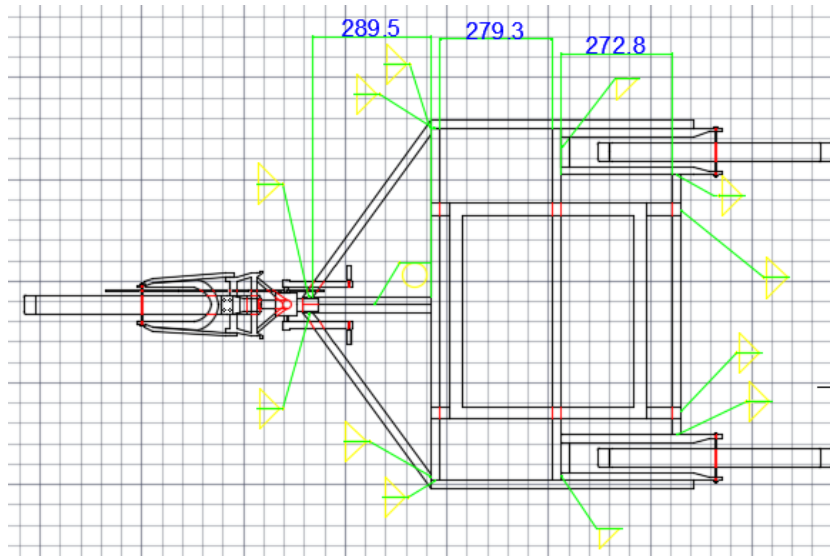
Fonte: Próprios autores.

Figura 25: Desenho final (Vista de perfil).



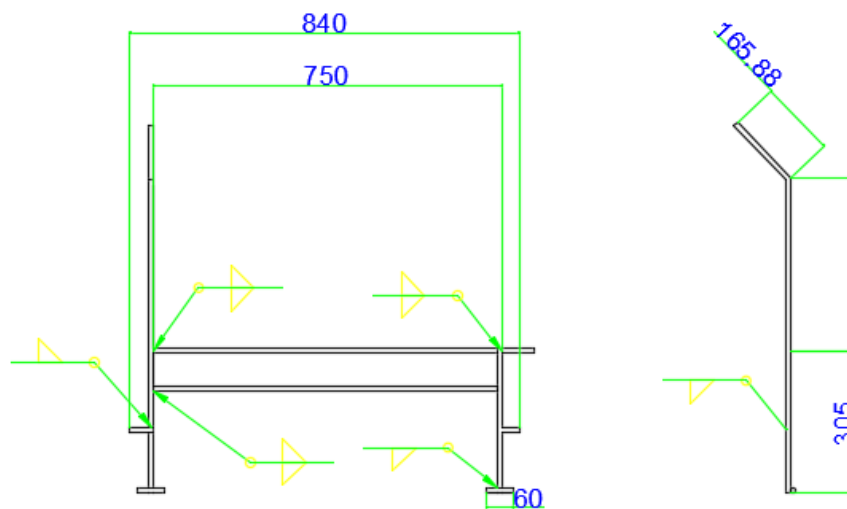
Fonte: Próprios autores.

Figura 26: Desenho final (Vista de planta).




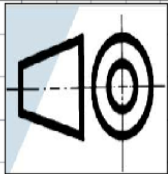
Fonte: Próprios autores.

Figura 27: Desenho do Freio (modelo 2).



Fonte: Próprios autores.

Figura 28: Legenda do desenho técnico.

| | | | | | | |
|--|----------------|------------------------|-----------------|---------------------|---|--------------|
|  <p>INSTITUTO FEDERAL Minas Gerais Campus Avançado Arcos</p> | PROJETO: | DESENHO TÉCNICO | | CLIENTE: | IFMG | |
| | DESENHO: | C.R.A. | | | | |
| | Nº FABRICANTE: | NA | PROJETADO POR: | PAULO CHAVES | FOLHA: | 1DE10 |
| | Nº CLIENTE: | NA | VERIFICADO POR: | JULIO CÉSAR | UNIDADE DE MEDIDA: | mm |
| | DATA: | 25/06/17 | APROVADO POR: | LUIZ VIANA | FORMATO: | A3 |
| | | | | |  | |

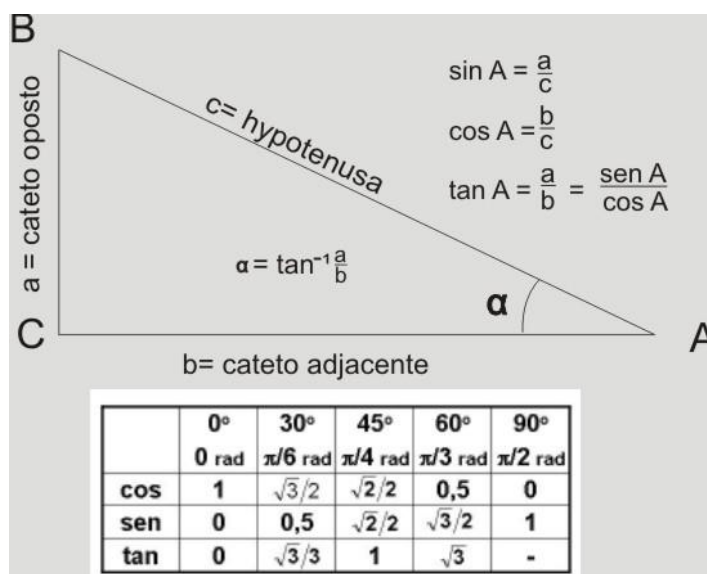
Fonte: Próprios autores.

Usando cálculos de coeficiente angular, foram feitos, o grau que seria mais eficaz para cambagem das rodas traseiras, para a C.R.A. ter uma melhor estabilidade e controle, mesmo a cambagem fazendo com que ocorra um desgaste maior apenas em uma área do pneu, seu benefício é maior do que seu malefício, e também o grau estabelecido faz com que o pneu não tenha um desgaste desnecessário.

Vamos começar pelo efeito básico que a cambagem negativa gera na borracha dos pneus em relação ao asfalto – o “camber thrust”: trata-se da força lateral formada pela distorção elástica do pneu (principalmente de seus flancos), e pela adesão e pelo encaixe de suas moléculas na superfície do asfalto poroso, com engrenagens. É mais ou menos como se fosse um pré-carga de aceleração lateral: o camber thrust ocorre mesmo quando o carro está seguindo em linha reta. (JULIANO BARATA, 2014).

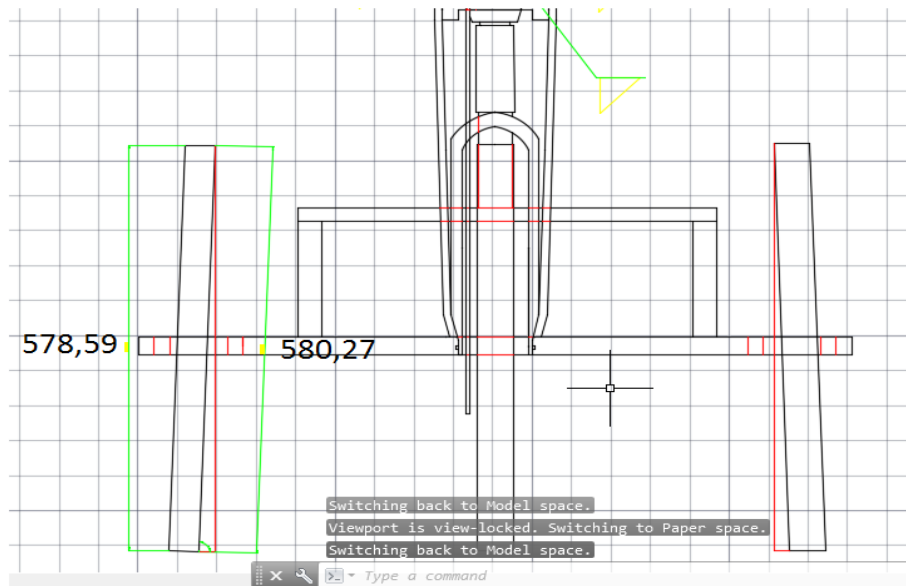
Para calcular os ângulos foi utilizado as relações trigonométricas.

Figura 29: Relações trigonométricas.



Fonte: <http://www.lusosol.com/triangulo.htm> (Acessado em: 24 jun.2017).

Figura 30: Cambagem das rodas.



Fonte: Próprios autores.

Cateto oposto= 20

tg teta= cateto oposto/cateto adjacente

$$\text{tg teta} = 20/578,59$$

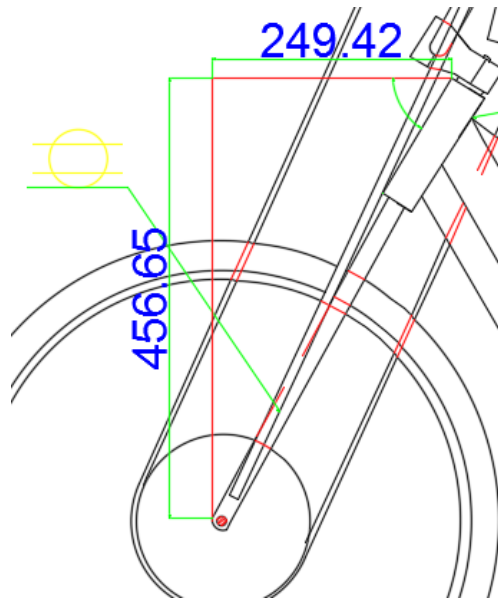
$$\text{tg teta} = 0,034$$

$$\text{tg teta} \approx 1,947^\circ$$

O ângulo da cambagem é aproximadamente 1,947 graus. Assim com este ângulo a estabilidade é melhor do que se o pneu estivesse reto com um ângulo de 90° em relação ao chão.

Melhor ângulo para o suporte da caixa para pedal, para que a corrente não pegue no suporte do guidão e também para ela não ficar bamba, fazendo com que o condutor tenha uma posição ergonômica correta na hora da condução. Também o acento é ajustável para frente e trás e reclinável, sendo um acento de um automóvel, assim a C.R.A. pode ser conduzida por pessoas com diversos tamanhos.

Figura 31: Ângulo do garfo.



Fonte: Próprios autores.

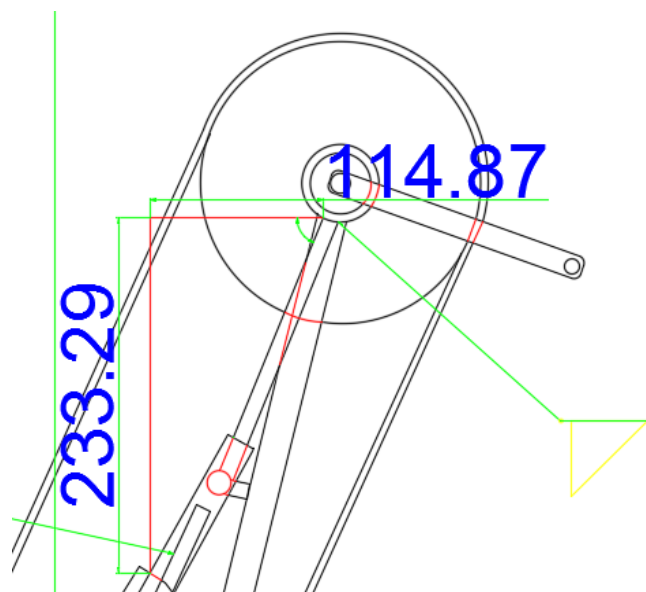
tg beta= cateto oposto/cateto adjacente

$$\text{tg beta} = 456,65/249,42$$

$$\text{tg beta} = 0,988$$

$$\text{tg beta} = 44,68^\circ$$

Figura 32: Ângulo do suporte da caixa para pedal.



Fonte: Próprios autores.

tg alfa= cateto oposto/cateto adjacente

$$\text{tg alfa} = 233,29/114,87$$

$$\text{tg alfa} = 2,030$$

$$\text{tg alfa} = 63,78^\circ$$

O ângulo da caixa para pedal não pode ser mudado, pois se houver mudança para um grau maior ou menor poderá ocorrer de a corrente ficar bamba ou pegar no suporte do guidão ocasionando em um problema.

Foram calculados os ângulos mostrados, para saber qual a diferença de grau entre o garfo em relação ao suporte da caixa para pedal, o ângulo entre eles é $19,1^\circ$, sendo que o suporte da caixa para pedal está mais inclinado do que o garfo.

Calculo é um fundamento importante da matemática, criado a partir da Álgebra e da Geometria, com a finalidade de estudar taxas de variação de grandezas. Onde houver movimento ou crescimento em que as forças variáveis agem em função, e produzindo aceleração, esse ramo é a matemática a ser utilizada.

O cálculo foi de grande auxílio no desenvolvimento do projeto, mostrando com números exatos de medições, obtendo respostas de problemas obtidos durante a execução, fazendo com que fosse esclarecido as dúvidas em relação ao seu desempenho depois de tudo finalizado.

Dentro do projeto, era questionado qual melhor seria a combinação relacionada ao seu sistema de transmissão para que o condutor obtenha um melhor desempenho em relação a velocidade adquirida. Para a resolução desse problema foi utilizado um ramo de cálculo que possibilitou enxergar com clareza o resultado que era pretendido encontrar: a otimização. Foi de grande importância para ter uma visão mais concreta onde antes havia dúvida.

Foram estabelecidos dados para poder possibilitar o desenvolvimento dos cálculos de combinação de coroas com catraca para obter qual estabeleceria uma maior velocidade da C.R.A, como: velocidade aplicada pelo condutor na coroa, 2,7 m/s, distância percorrida, 1000 m. Com esses dados foi possível estabelecer o tempo gasto para terminar o percurso, pela seguinte fórmula:

$$V = D/t$$

$$t = D/V$$

$$t = 1000/2,7$$

$$t = 370,3 \text{ s}$$

Depois de obter o tempo foi preciso encontrar a circunferência das coroas:

1° coroa (raio= 5)

2° coroa (raio= 7)

3° coroa (raio= 8,5)

$$C = 2\pi \times r$$

$$C = 0,314 \text{ m}$$

C = circunferência

r = raio

$$C = 2\pi \times r$$

$$C = 0,439 \text{ m}$$

$$C = 2\pi \times r$$

$$C = 0,534 \text{ m}$$

Agora, será encontrado o número de voltas efetuado pelas coroas durante o percurso para encontrar sua frequência:

$$N = D/C$$

$$N = 1000/0,314$$

$$N = 3184,71 \text{ voltas}$$

N = número de voltas durante o percurso

D = distância percorrida

C = circunferência

$$N = D/C$$

$$N = 1000/0,439$$

$$N = 2277,9 \text{ voltas}$$

$$N = D/C$$

$$N = 1000/0,534$$

$$N = 1872,65 \text{ voltas}$$

Frequência:

$$F = N/t$$

$$F = 3184,71/370,3$$

$$F = 8,6 \text{ voltas por segundo}$$

F = frequência

N = número de voltas durante o percurso

t = tempo

$$F = N/t$$

$$F = 2277,9/370,3$$

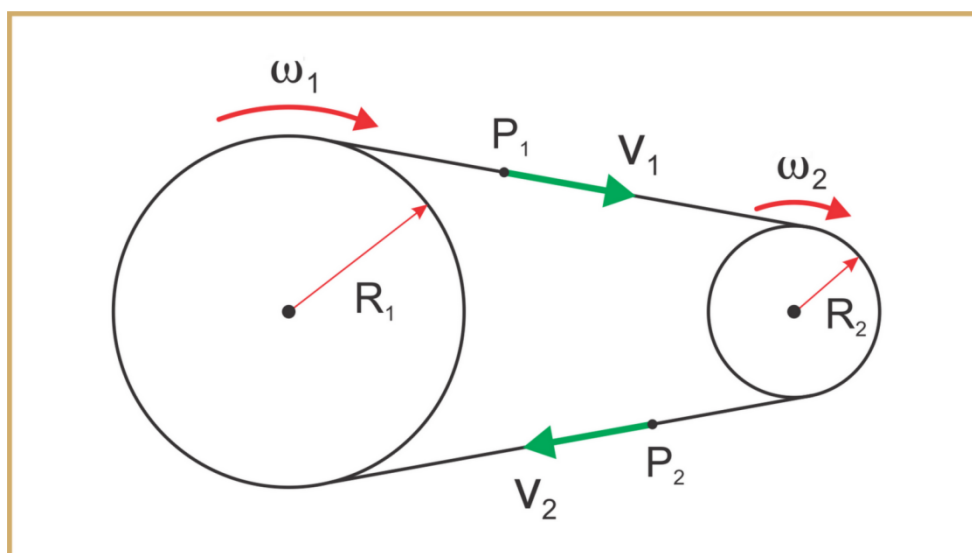
$$F = 6,15 \text{ voltas por segundo}$$

$$F = N/t$$

$$F = 1872,65/370,3$$

$$F = 5,05 \text{ v/p}$$

Figura 33: Relação de coroa e catraca.



Fonte: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/06/cursos-do-blog-mecanica_24.html (Acessado em: 24 jun.2017).

Em um sistema de ligação por correia, admitindo-se que não haja escorregamento, os pontos periféricos de cada polia tem a mesma velocidade escalar, que é igual à velocidade escalar da correia, e usando a relação entre velocidade linear (v) e angular ($v = w \times r$) e a relação entre velocidade angular (w) e frequência (f), de acordo com que a velocidade de dois pontos ligados por correia é igual, podemos escrever:

$$V_a = V_b \Rightarrow W_a R_a = W_b R_b \Rightarrow 2\pi f_a R_a = 2\pi f_b R_b$$

$$F_a R_a = F_b R_b$$

Com base nisso, foram efetuados os cálculos para descobrir a velocidade angular que a catraca sofreria com cada combinação:

Observação: (A catraca tem um raio de 10 cm).

Combinação 1 (Coroa 1 (a) x Catraca (b))

$$W_a R_a = W_b R_b$$

$$54,03 \times 5 = W_b \times 10$$

$$W_b = (54,03 \times 5)/10$$

$$W_b = 27,01 \text{ rad/s}$$

Combinação 2 (Coroa 2 (a) x Catraca (b))

$$W_a R_a = W_b R_b$$

$$38,65 \times 7 = W_b \times 10$$

$$W_b = (38,65 \times 7)/10$$

$$W_b = 27,05 \text{ rad./s}$$

Combinação 3 (Coroa 3 (a) x Catraca (b))

$$W_a R_a = W_b R_b$$

$$31,73 \times 8,5 = W_b \times 10$$

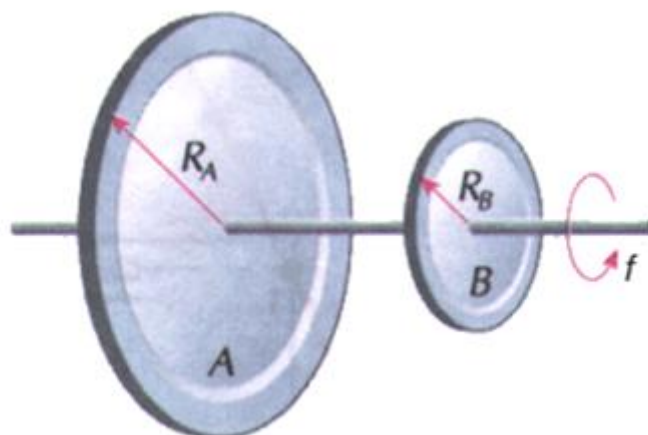
$$W_b = (31,73 \times 8,5)/10$$

$$W_b = 26,9 \text{ rad/s}$$

Em um sistema de movimentos circulares acoplados em um mesmo eixo (como a catraca e a roda), suas velocidades angulares são iguais ($W_a = W_b$), e como acima foi encontrado os valores das velocidades angulares que a catraca sofre de acordo

com cada combinação, é possível definir a velocidade linear que cada combinação exerce na roda:

Figura 34: Polias acopladas pelo mesmo eixo



Fonte: <http://minhasaulasdefisica.blogspot.com.br/2016/12/movimento-circular-e-uniforme.html> (Acessado em: 30 jun.2017).

Observação: o diâmetro da roda equivale à 30,48 cm (0,3048 m).

Combinação 1 (Catraca (a), Roda (b))

$$\mathbf{W_a = W_b}$$

$$W_a = W_b = 27,01$$

$$\mathbf{V_b = W_b \times R_b}$$

$$V_b = 27,01 \times 0,3048$$

$$V_b = 8,23 \text{ m/s}$$

Combinação 2 (Catraca (a), Roda (b))

$$\mathbf{W_a = W_b}$$

$$W_a = W_b = 27,05$$

$$\mathbf{V_b = W_b \times R_b}$$

$$V_b = 27,05 \times 0,3048$$

$$V_b = 8,24 \text{ m/s}$$

Combinação 3 (Catraca (a), Roda (b))

$$W_a = W_b$$

$$W_a = W_b = 26,9$$

$$V_b = W_b \times R_b$$

$$V_b = 26,9 \times 0,3048$$

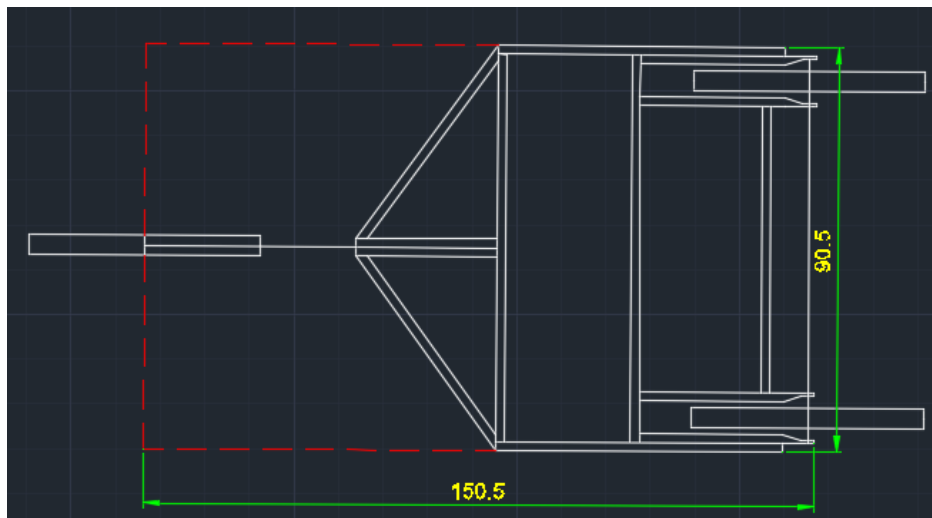
$$V_b = 8,19 \text{ m/s}$$

Com os resultados obtidos podemos concluir que a combinação que desempenha um melhor rendimento em relação a velocidade é a de número 2.

Foi feito o cálculo da área máxima que a C.R.A. ocupara, este cálculo foi com a finalidade de se obter a menor distância que os automóveis poderão trafegar quando estiverem próximos a ela. Pois em uma bicicleta os automóveis só podem trafegar a uma distância de no mínimo 1,5m de sua estrutura.

Primeiro passo foi fazer um retângulo para calcular a área total, pois a C.R.A. não possui apenas um formato geométrico.

Figura 35: Área total.



Fonte: Próprios autores (2017).

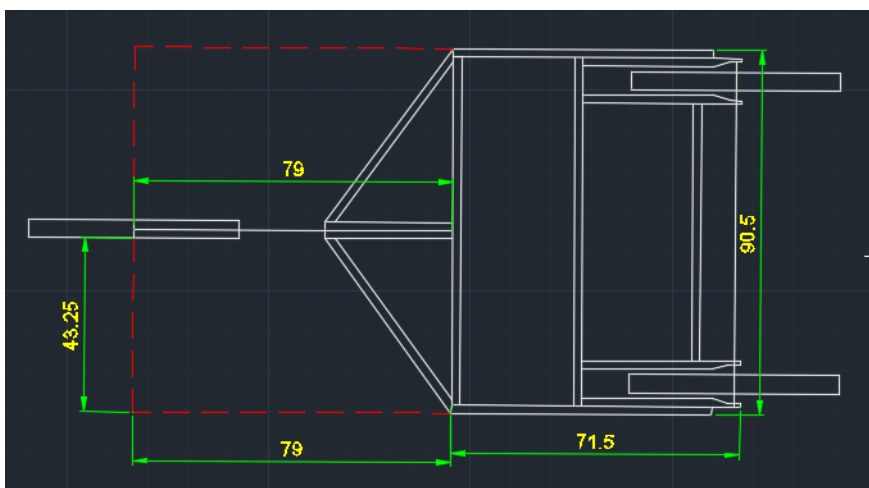
$$A_{total} = B \times H$$

$$A_{total} = 150,5 \times 90,5$$

$$A_{total} = 13.620,25 \text{ cm}^2$$

Segundo passo dentro do retângulo tem dois trapézios que não fazem parte da área da C.R.A., assim retirando a área o trapézio.

Figura 36: Área do trapézio.



Fonte: Próprios autores (2017).

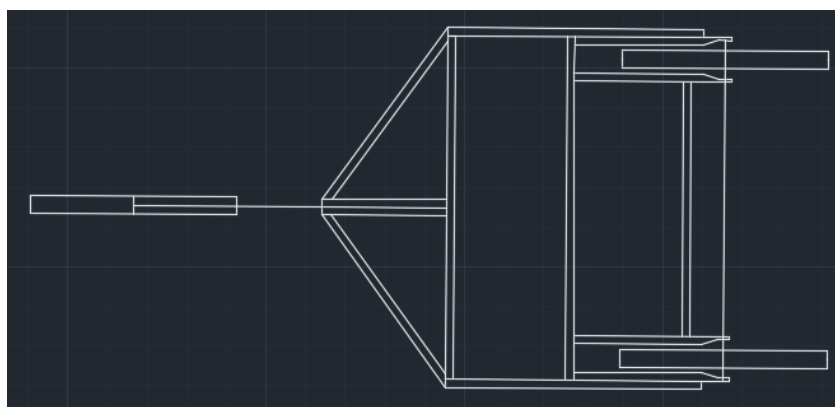
$$A_{\text{trap.}} = \frac{B+b}{2} \times H$$

$$A_{\text{trap.}} = \frac{79+47,5}{2} \times 43,25$$

$$A_{\text{trap.}} = 2.735,56 \text{ cm}^2$$

Terceiro passo calcular a área da C.R.A., usando a área total e subtraindo duas vezes a área do trapézio.

Figura 37: Área total da C.R.A.



Fonte: Próprios autores (2017).

$$\text{Ac.r.a.} = \text{Atotal} - 2 \times \text{Atrap.}$$

$$\text{Ac.r.a.} = 13.620,25 - 2 \times 2.735,56$$

$$\text{Ac.r.a.} = 8.149,13 \text{cm}^2$$

$$\text{Ac.r.a.} = 0.814913 \text{m}^2$$

Portando, a mínima distância que os automóveis devem respeitar para trafegar próximo da C.R.A. é de 2m como distância de segurança, pois como é um veículo grande e caso tenha que fazer alguma manobra não ocorra nenhum incidente.

De extrema importância para a formação de um engenheiro faz-se necessário que este saiba realizar cálculos com maestria e exatidão, já que vidas de muitas pessoas dependem disto. Muitas das vezes os problemas que são apresentados para serem solucionados são na maioria de extrema dificuldade e que necessitam de cálculos para serem solucionados, sendo que esses cálculos são feitos à mão e demandam tempo para serem solucionados também existindo uma pequena chance de estar errado no final, visto isso hoje em dia em alguns cursos de bacharel em engenharia estão sendo implantadas matérias específicas para que se possa aprender a utilizar um software de suporte para realização de cálculos de engenharia.

Na matéria de computação aplicada foi desenvolvido um programa, através de um software de suporte chamado Matlab que é capaz de calcular o deslocamento de um objeto no espaço em relação à variação do tempo obtendo a possibilidade de calcular a velocidade média que o veículo possa fazer quando for posto a testes.

Para saber a área que a Cadeira de Rodas Adaptada (C.R.A) possui, foram analisadas as dimensões no Desenho técnico feito no AutoCAD para obter as dimensões reais, feito isso, foi utilizado o Matlab para desenvolvimento de um programa que calcula a área e obteve o valor de: $0,7887 \text{m}^2$, informação muito importante para no final poder saber a distribuição de peso que ela possui em seu chassi.

Como qualquer outro projeto a ser feito, também existiram gastos, até a conclusão, como: custos de produtos usados na montagem, também a gasolina que foi um gasto fixo para o deslocamento do grupo até a oficina, uma vez que não foi construída em domicílio. Pensando nisso utilizando o mesmo software (já citado acima), foi utilizada a função custo que relaciona o custo total com o valor unitário de cada produto usado na fabricação que está sendo chamado de variável "X" e fazendo o produto da quantidade de produtos usados que está sendo chamada de variável "C" e somando com o gasto fixo que no caso será a gasolina. Para melhor compreensão veja a fórmula abaixo:

$$\text{Custo total} = \text{Custo fixo} + X * C$$

Após ser feita a função e atribuir todos os valores, obteve-se o custo total de: 1.593, para a realização do projeto, um preço relativamente baixo, tendo em vista que os modelos que estão no mercado custam em média 3.000R\$. Uma pessoa que desejar construir uma para si próprio ficará mais barato já que não terá gasto com a gasolina e a mão de obra. Utilizando o comando: (Bar) foi feita a demonstração utilizando um gráfico de barras para expressar os valores gastos.

Para compreender melhor, nas próximas páginas estarão disponíveis respectivamente as tabelas dos: Valores de entrada, figuras plotadas, valores de saída e todos os programas em script file.

Tabela 2: Variáveis.

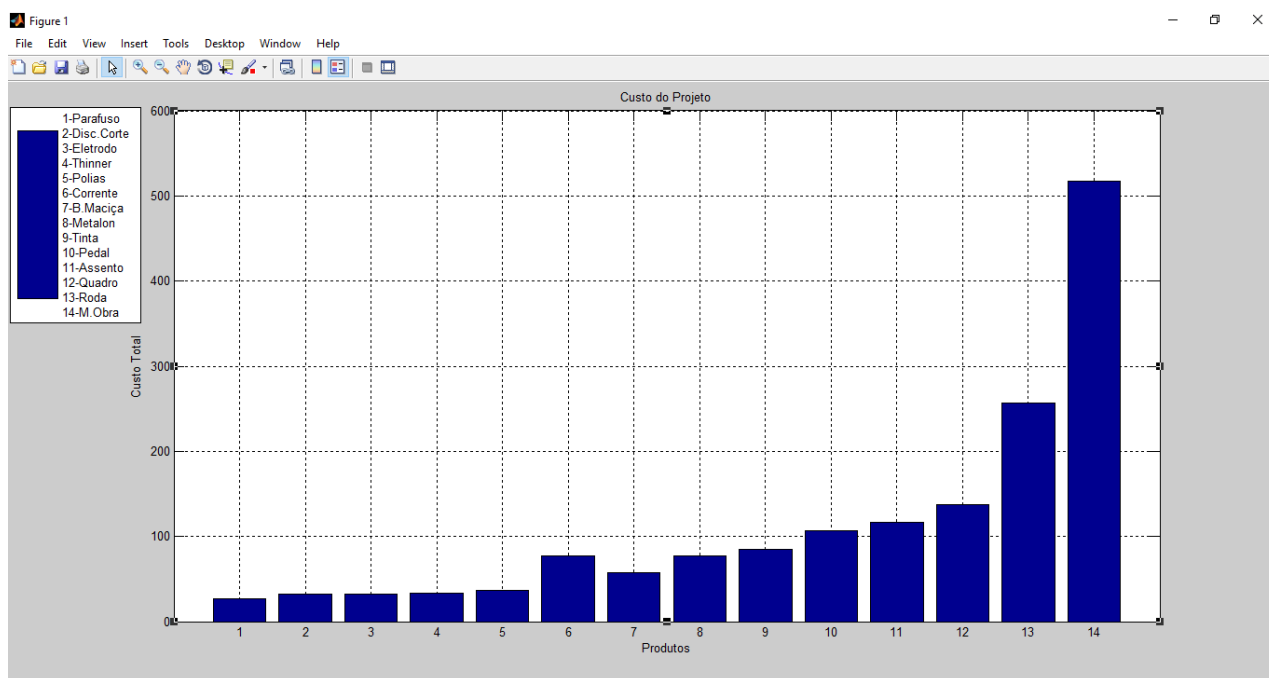
| Tabela de variáveis | | |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Variável de entrada | Unidade de medida | Valores Atribuídos a (X) |
| Custo_fixo: | R\$ | 17.45 |
| Custo_Unitário (X) | | |
| 1-Parafuso | R\$ | 1.63 |
| 2-Disc.Corte | R\$ | 5.00 |
| 3-Eletrodo | R\$ | 15.00 |
| 4-Thinner | R\$ | 16.00 |
| 5-Polias | R\$ | 6.66 |
| 6-Corrente | R\$ | 30.00 |
| 7-Barra maciça | R\$ | 20.00 |
| 8-Metalon | R\$ | 30.00 |
| 9-Tinta | R\$ | 17.00 |
| 10-Pedal | R\$ | 45.00 |
| 11-Assento | R\$ | 100.00 |
| 12-Quadro | R\$ | 120.00 |
| 13-Rodas | R\$ | 80.00 |
| 14-Mão de Obra | R\$ | 500.00 |
| Quantidade de Produtos Usados (c) | Quantidade | Valores Atribuídos a (C) |
| 1-Parafuso | Quantidade | 6 Unidades |
| 2-Disc.Corte | Quantidade | 3 Unidades |
| 3-Eletrodo | Quantidade | 1 K/g |
| 4-Thinner | Quantidade | 1unidade |
| 5-Polias | Quantidade | 3 Unidades |
| 6-Corrente | Quantidade | 2 Unidades |
| 7-Barra maciça | Quantidade | 2 Unidades |
| 8-Metalon | Quantidade | 2 Unidades |
| 9-Tinta | Quantidade | 4 Unidades |
| 10-Pedal | Quantidade | 2 Unidades |
| 11-Assento | Quantidade | 1 Unidade |
| 12-Quadro | Quantidade | 1 Unidade |
| 13-Rodas | Quantidade | 3 Unidades |
| 14-Mão de Obra | | ----- |
| Programa: Velocidade Média | | |
| Variável de Entrada | Unidades de Medida | Valor |
| Distância Inicial | Metros | |
| Distância Final | Metros | |
| Tempo Inicial | Segundos | |
| Tempo Final | Segundos | |
| Programa: Área | | |
| Variável de Entrada | Unidades de Medida | Valor |
| Comprimento | Metros | 1.30 |

| | | |
|--------------------------|--------|-------|
| Largura | Metros | 0.905 |
| Comprimento do triangulo | Metros | 0.451 |
| Base do triangulo | Metros | 0.314 |

Fonte: Próprios autores.

Esta imagem trata-se de um gráfico que esta relacionando os produtos utilizados com os valores de sua aquisição.

Figura 38: Gráfico plotado



Fonte: Próprios autores.

Um programa sempre trabalha com entrada e saídas de dados, ao digitar um valor em algum programa ele o usa como uma entrada de dados, depois de entrar com os valores numéricos ele gera um outro valor que no caso seria os cálculos da área total que a cadeira possui, o custo dela e a velocidade média, esses valores são chamados de saída de dados.

Tabela 3: Saída de dados.

| Tabela de saída de dados | | |
|--------------------------|--------------------|--------|
| Variáveis de Saída | Unidade de Medida | Valor |
| Área Total | Metros Quadrados | 0,7887 |
| Custo Total | R\$ | 1.593 |
| Velocidade Media | Metros por segundo | 2,70 |

Fonte: Próprios autores.

Para que um programa funcione é necessário que ele siga um roteiro de qual função deve executar primeiro, esse roteiro é chamado de script-files que são uma sequência de códigos computacional.

Scripts Files

1-Script File: Função custo.

```
%A função usada para plotar o gráfico é a função custo, que é: Y=custo
%fixo+custo variável
%aqui sera o vetor de: valores unitários de cada produto(X).
x=[1.63; 5; 15; 16; 6.66; 30; 20; 30; 17; 45; 100; 120; 80; 500];
%aqui e o: vetor de quantidade de produto usados(C).
c=[6; 3; 1; 1; 3; 2; 2; 2; 4; 2; 1; 1; 3; 1];
%custo_fixo: será o custo da gasolina em todas as viagens de ida e volta.
custo_fixo=17.14;
%custo_variavel: sera a multiplicação do valor unitario(x) pela quantidade
de
%prutos usados(C).
% a função_custo sera a soma do custo_fixo mais o custo variavel.
custo_total=custo_fixo+c.*x;
fprintf('o custo sera de:%4.2i reais',custo_total)
bar(custo_total);
x=sum(custo_total)
xlabel('Produtos')
ylabel('Custo Total')
grid on
title('Custo do Projeto')
legend('1-Parafuso','2-
Disc.Corte','Eletrodo','Thinner','Polias','Corrente','Br.maciça','Metalon',
'Tinta','Pedais','Assento','Quadro','Rodas','M.Obras',pos-1)
```

2-Script File: Calcula a velocidade Média.

```
%Este programa calcula a velocidade média de um movel.
deslocamento_inicial_no_espaco=input('Entre com a distancia inicial em
metros:');
deslocamento_final_no_espaco=input('Entre com a distancia final percorrida
em metros:');
variacao_no_espaco=(deslocamento_final_no_espaco)-
(deslocamento_inicial_no_espaco);
tempo_inicial=input('Entre com o tempo inicial em segundos:');
tempo_final=input('Entre com o tempo final em segundos:');
variacao_do_tempo=tempo_final-tempo_inicial;
velocidade_media=(variacao_no_espaco)/(variacao_do_tempo);
fprintf('A velocidade será de %3.2f metros por segundos',velocidade_media)
```

3-Script File: Área.

```
%Este programa calcula a area da C.R.A
%Formula do Retangulo
comprimento=0.715;
largura= 0.905;
area_retangulo=comprimento*largura;
%Formula do Triangulo
comprimento_Triangulo=0.451;
altura_Triangulo=0.314;
area_do_triangulo=((comprimento_Triangulo)*(altura_Triangulo))/(2);
%para obter a area da C.R.A
area_total=(area_retangulo)+((area_do_triangulo)*2)
```

8 - Lista de matérias

A tabela a seguir mostra os materiais que foram utilizados na produção e seus respectivos preços e quantidade utilizada.

Tabela 4: Lista de materiais.

| Lista de materiais | | |
|---------------------------|------------------|------------------|
| Quantidade | Materiais | Preço |
| 2 | Metalon 20x30 | R\$60,00 |
| 2 | Barra maciça | R\$40,00 |
| 1 | Quadro bicicleta | R\$120,00 |
| 2 | Pedais | R\$90,00 |
| 3 | Rodas 24'' | --- |
| 2 | Corrente | R\$30,00 |
| 3 | Polias | R\$20,00 |
| 1kg | Eletrodo 2.5mm | R\$15,00 |
| 3 | Disco de corte | R\$15,00 |
| | Parafusos | R\$9,80 |
| 4 | Tintas | R\$68,00 |
| 1 | Thinner | R\$16,00 |
| 1 | Assento | --- |
| --- | Mão de Obra | --- |
| TOTAL | | R\$483,80 |

Fonte: Próprios autores.

9- ORÇAMENTO E/OU RECURSOS NECESSÁRIOS

Esta tabela mostra o levantamento dos materiais e de seus respectivos preços, caso alguém queira fazer a construção de uma C.R.A., para ter uma estimativa de quanto irá gastar.

Tabela 5: Orçamento.

| Orçamento | | |
|-------------------|------------------|--------------------|
| Quantidade | Materiais | Preço |
| 2 | Metalon 20x30 | R\$60,00 |
| 2 | Barra maciça | R\$40,00 |
| 1 | Quadro bicicleta | R\$120,00 |
| 2 | Pedais | R\$90,00 |
| 3 | Rodas 24'' | R\$240,00 |
| 2 | Corrente | R\$30,00 |
| 3 | Polias | R\$20,00 |
| 1kg | Eletrodo 2.5mm | R\$15,00 |
| 3 | Disco de corte | R\$15,00 |
| | Parafusos | R\$9,80 |
| 4 | Tintas | R\$68,00 |
| 1 | Thinner | R\$16,00 |
| 1 | Assento | R\$100,00 |
| --- | Mão de Obra | R\$500,00 |
| TOTAL | | R\$1.323,80 |

Fonte: Próprios autores (2017).

10 - Conclusão

No início do trabalho o objetivo era apenas fazer um protótipo para obtenção da nota de TAI e das demais disciplinas, mas ao se desenvolver o projeto foi visto que não é apenas isso, e sim uma maneira de agir quando se encontrar dificuldades no caminho, de trabalhar em grupo, ter criatividade e saber resolver problemas com precisão e rapidez. Serviu como exemplo para quando concluir o curso e deparar-se com obstáculos no caminho.

Ao término do projeto concluiu-se que é fundamental manter o espírito de equipe para que o projeto flua como o planejado e que haja diálogo entre os integrantes do grupo para que no final o resultado saia como o esperado da melhor maneira possível.

A maneira ao qual se analisa os materiais e suas respectivas resistências, é algo fundamental ao qual o grupo aprendeu, além da maneira de manuseá-los, corta-los e solda-los. Onde tudo isso influencia em sua resistência não somente para aquela parte específica, mas, como um projeto ao todo, para que não ocorram eventuais acidentes de ruptura no projeto.

Outro aprendizado foi que, deve-se projetar para construir, no intuito de evitar frustrações ao longo do trabalho e fazer com que todo o aprendizado adquirido entre para somar e aperfeiçoar tais projetos futuros.

Referências

BACHMANN; Albert; FORBERG, Richard. **Desenho Técnico**. São Paulo: Globo, 1976.

BEZERRA, Manoel Jairo ET AL. **Geometria 1**. Rio de Janeiro: MEC. FENAME, 1988.

FERREIRA, Joel; SILVA, Regina Maria. **Leitura e interpretação de desenho técnico mecânico**: profissionalizante de mecânica. São Paulo: FIESP: Fundação Roberto Marinho, c2009. (Telecurso 2000. Curso Profissionalizante).

GILAT, Amos. **Matlab com aplicações em engenharia 4° edição**. Porto Alegre: bookman. 2012.

MACHADO, Ardevan. **Perspectiva**. São Paulo: Pini, 1988.

BONJORNO, J. ET AL. **Física Mecânica**. São Paulo: FTD, 2° edição, 2013.

Stewart, J. **Cálculo** volume 1, 7° edição. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SCHÖRNER ,Anderson Ricardo. Agora é oficial - Contran regulamenta bicicletas elétricas no Brasil. Revista Bicicleta, 2014. Disponível em: http://www.revistabicicleta.com.br/bicicleta.php?agora_e_oficial__contran_regulamenta_bicicletas_eletricas_no_brasil&id=4513 . Acessado em: 24 jun. 2017.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Código de Trânsito Brasileiro. Promulgada LEI Nº 9.503, DE 23 DE SETEMBRO DE 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9503.htm. Acessado em: 24 jun.2017.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Código de Trânsito Brasileiro. Promulgada LEI Nº 13.146, DE 6 DE JULHO DE 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm Acessado em 24 jun.2017.

Juliano Barata. Flat Out - Cambagem Negativa: em busca da máxima aceleração lateral, 2014. Disponível em: <https://www.flatout.com.br/cambagem-negativa-em-busca-da-maxima-aceleracao-lateralcambagem-negativa-em-busca-da-aceleracao-lateral/> . Acessado em: 24 jun.2017.

NOTÍCIAS – TERRA - Brasil tem 24,5 milhões de pessoas deficientes, 2003. Disponível em:

<http://noticias.terra.com.br/brasil/noticias/0,,O162008-EI306,00-Brasil+tem+milhoes+de+peessoas+deficientes.html#article>

Acessado em: 30 jun.2017.