

**INSTITUTO
FEDERAL**
Minas Gerais

Anderson Kennedy Souza Costa

Bruno Primo Matos

Carlos Henrique Santos Silva

Guilherme Santos Souza

Marcos Vinicius Silveira

**Trabalho Acadêmico Integrador I:
Cadeira de Rodas a Manivela**

Arcos

2019

Anderson Kennedy Souza Costa

Bruno Primo Matos

Carlos Henrique Santos Silva

Guilherme Santos Souza

Marcos Vinicius Silveira

Trabalho Acadêmico Integrador I: Cadeira de Rodas a Manivela

Trabalho Acadêmico Integrador - TAI, apresentado às disciplinas referentes ao primeiro período do curso de Engenharia Mecânica ministrado no Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus Arcos*.

Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG

Campus Avançado Arcos

Graduação em Engenharia Mecânica

Professor: Niltom Vieira Junior

Arcos

2019

Resumo

O projeto em questão, elaborado para o Trabalho Acadêmico Integrador (TAI), integrantes do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Arcos, consiste na incrementação de um sistema de manivelas, semelhante à transmissão de uma bicicleta, a uma cadeira de rodas. Esse aperfeiçoamento possibilita um menor esforço para locomoção em aclives, o que é um grande obstáculo enfrentado diariamente por cadeirantes. O que diferencia a cadeira citada às demais cadeiras a manivelas presentes no mercado é a sua praticidade, pelo fato de sua transmissão ser posicionada nas laterais da cadeira sem aumentar de maneira significativa a sua dimensão, esta pode ser usada em locais pouco espaçosos.

Palavras chave: Deficiente físico, Cadeira de rodas, Eixo.

Abstract

The proposed project, elaborated for the Integrating Academic Work (IAW), the students of the Mechanical Engineering course of the Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), Campus Arcos, consists on a crank system incrementation, similar to a bicycle transmission, on a wheelchair. This improvement enables a lower effort to the locomotion on the slopes, which is a big obstacle daily faced by wheelchairs. What sets the cited wheelchair apart from other hand-cranked wheelchairs on the market is its practicality, by the fact of its transmission be positioned at the chair's sides without increasing significantly its dimension, it can be used in less spacious places.

Key-words:handicapped, Wheelchair, Axis.

Sumário

0.1	Lista de siglas e abreviaturas	5
1	INTRODUÇÃO	6
1.1	Justificativa	7
2	OBJETIVOS	8
2.1	Objetivos Gerais	8
2.2	Objetivos Específicos	8
3	REFERENCIAL TEÓRICO	9
3.1	Engrenagem Coroa	9
3.2	Engrenagem Catraca	9
3.3	Corrente	10
3.4	Alavanca	11
4	METODOLOGIA	12
5	RESULTADOS	13
6	CONCLUSÃO	16
7	REFERÊNCIAS	17
	APÊNDICE A – CRONOGRAMA	18
	APÊNDICE B – AUTOCAD	19
	APÊNDICE C – MATLAB	21
	APÊNDICE D – GRÁFICOS	23

0.1 Lista de siglas e abreviaturas

I=Inclinação;

H= Altura;

C= 16,9 m Comprimento ;

CA= Cateto adjacente;

h=Hipotenusa;

α =Ângulo alpha ;

M=Massa total;

G= Constante gravitacional;

P=Peso;

Px=Força a ser vencida;

MI= Momento de inércia.

Mr=Massa da roldana;

F1= Força aplicada na roda;

F2=Força aplicada na catraca;

F3=Força aplicada na coroa;

F4=Força aplicada a manivela;

R1=Raio da roda;

R2=Raio da catraca;

R3=Raio da coroa;

R4=Raio da manivela;

Ff=Força final.

1 INTRODUÇÃO

Acessibilidade é um tópico de suma importância no cenário mundial, tendo em vista que os deficientes físicos representam uma parcela da população e, igualmente a todos, devem ter seus direitos de locomoção respeitados. "Toda a pessoa tem o direito de livremente circular e escolher a sua residência no interior de um Estado."(ONU. 1948). Diante aos obstáculos encontrados por deficientes físicos, no que tange a mobilidade, cria-se a necessidade de oferecer maior ergonomia e transitabilidade.

O mercado fornecedor de cadeiras de rodas oferece apenas duas variações, sendo essas a convencional e a elétrica. Entretanto, o custo benefício de uma cadeira elétrica é baixo, haja vista o preço e o peso. Assim, a movimentação nas cidades torna-se um desafio, levando em conta as condições impróprias e baixa infraestrutura para um deficiente físico transitar pelas ruas. Destarte, há uma carência no mercado de cadeiras que supram a necessidade de superar essas adversidades.

Figura 1 – cadeira de rodas convencionais



Fonte: <https://www.ispsaude.com.br/produto/ME00134A/cadeira-de-rodas-elite-obeso-confort-prolife>. Acesso em: 13 abr. 2019

Em 1655, Stephen Farfler, um relojoeiro paraplégico, aos 22 anos, construiu a sua própria cadeira de rodas a manivela, utilizando a força braçal para girar a manivela e se deslocar em terrenos planos, sem a necessidade da ajuda de terceiros(Otto; Ricardo. 2012).

1.1 Justificativa

A mobilidade reduzida de cadeirantes gera dificuldades frente aos obstáculos encontrados em sua locomoção. Perante isso, para facilitar a acessibilidade destes, o grupo IV do Trabalho Acadêmico Integrador (TAI), desenvolveu um sistema de transmissão movido por manivelas para se adaptar em uma cadeira de rodas. O projeto elaborado pelo grupo visa deixar mais leve e fácil a locomoção em aclives acentuados, pois essa atividade é pesada e desconfortável em cadeiras de rodas convencionais. Dentre as informações coletadas pelo grupo, viu-se que o método não é utilizado no ramo de cadeira de rodas, portanto este pode ser uma inovação que auxiliará a mobilidade de cadeirantes.

Figura 2 – cadeira de rodas a manivela



Fonte: <http://www.bbc.co.uk/staticarchive/23ffada8b984b71b08d76cc9bd7d5252d4f2ad76>. Acesso: 15 abr. 2019.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma cadeira de rodas, que auxilie o deficiente físico deslocar-se em aclives, por meio do sistema de engrenagem, fundamentado no sistema de transmissão de movimento por intermédio de corrente. Uma vez que os tipos de Transmissão por Corrente estão entre os mais básicos (Rogerio; 2017).

2.2 Objetivos Específicos

O projeto cadeira de rodas a manivela tem como finalidade demonstrar o funcionamento de um sistema de engrenagem a manipulação desse, para que possa ser utilizado com uma menor aplicação de força graças à relação do sistema de transmissão:

- Desenvolver um sistema e transmissão por intermédio de corrente;
- Facilitar a locomoção do cadeirante em terrenos íngremes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a construção do projeto, foi utilizado um conjunto de componentes em que consiste uma transmissão e os adaptou na cadeira de rodas.

3.1 Engrenagem Coroa

É o principal componente de tração, pois, após sofrer uma aceleração pela manivela, a engrenagem entra em movimento circular, transmitindo o movimento para o restante do sistema através de uma corrente. A Engrenagem Coroa possui 2,5 centímetros de raio e é composta por 12 dentes em sua circunferência.

Figura 3 – coroa



Fonte: <https://www.foegerbicycletas.com.br/produtos/7908005900611.JPG>. Acesso em: 10 abr. 2019

3.2 Engrenagem Catraca

Assim como a Coroa, a Engrenagem Catraca também é responsável pela tração, já que a força presente no sistema é transferida para a roda por meio da catraca. É constituída por 24 dentes em sua circunferência e possui 5 centímetros de raio.

Figura 4 – catraca



Fonte: https://https://www.google.com/search?q=catraca+de+bicicleta+rz=1C1CHBD_pTPTBR844BR844source=lnmstbm=ischsa=Xved=0ahUKEwjv9bi8iYziAhVjIbkGHUqmAPkQAUIDygCbiw=1366bih=625imgrc=Dr49G4X1GLuv6M.Acessoem : 10abr.2019.

3.3 Corrente

O Componente Corrente é responsável pela transferência do movimento da Engrenagem Coroa para a Engrenagem Catraca. Possui X centímetros de comprimento e Y milímetros de espessura.

Figura 5 – corrente



Fonte: http://www.winwinzone.co.uk/winwin/1600/ot112/ot112_1.jpg.Acessoem : 10abr.2019.

3.4 Alavanca

Essa peça é responsável por deslocar a engrenagem coroa a partir de um movimento de alavanca que ela realiza em torno do mesmo eixo que a engrenagem coroa gira.

Figura 6 – manivela



Fonte: http://plasribe.com.br/jpeg_hospitalar_a_mpli/manivela.jpg. Acesso em : 10abr.2019

4 METODOLOGIA

Primeiramente, deve-se salientar que o projeto Cadeira de Rodas a Manivela surgiu de discussões do grupo IV do Trabalho Acadêmico Integrador (TAI) I, matéria que visa a realização de projetos que unam o conteúdo de todas as matérias estudadas no primeiro semestre do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), Campus Arcos.

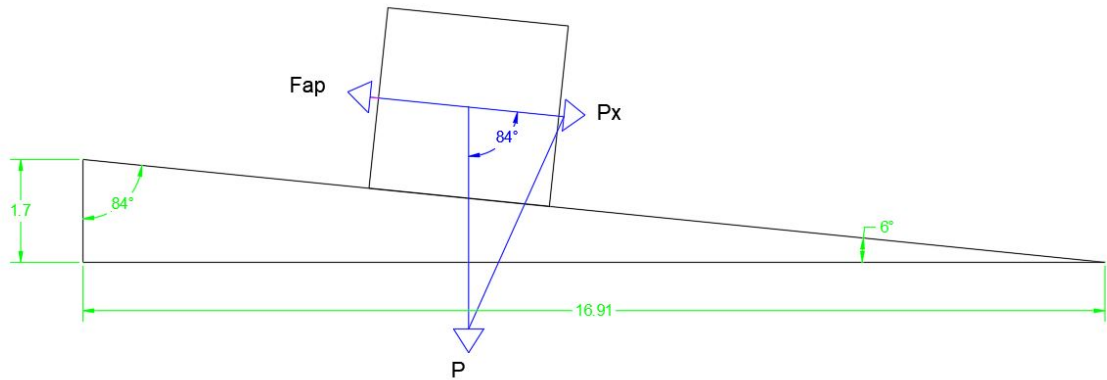
Com a ideia em mente, foi necessário buscar em livros, artigos e teses, o funcionamento de catracas, engrenagens e manivelas para que todos os integrantes do grupo obtivessem um nível avançado de conhecimento na área para se tornarem capazes de colocar a ideia em prática. As pesquisas e leituras foram realizadas frequentemente nas dependências do IFMG e na casa dos integrantes, o que possibilitou maior facilidade na absorção do conteúdo estudado.

Com os saberes necessários já obtidos, iniciou-se a montagem do projeto. Inicialmente constatou-se que era necessário modificar o eixo central da cadeira de rodas por um eixo de bicicleta para que pudesse adaptar as catracas. Assim foi preciso um torneiro mecânico confeccionar duas buchas com furos roscados para fixar no parafuso de rosca sem fim .

O sistema de manivelas utilizado, possui funcionamento idêntico ao de pedais em uma bicicleta, que consiste em um eixo fixo preso a rolamentos localizados em uma caixa de movimento central, para ser feita a manivela foi cortado um lado do pé de vela, utilizando também um movimento central de bicicleta de bicicleta que foi cortado de quadros obtidos por meio de doação. Para acoplar os movimentos centrais foi necessário o auxílio de um fixador de antena externo.

5 Resultados

Figura 7 – Rampa de acesso



Fonte: Autoria Própria.

Inicialmente adotando uma inclinação de 10% , (sendo esta dentro das normas da Norma 9050) para a rampa de experimento e uma altura de 1,70 m, deve se calcular o valor de C que é o comprimento da rampa, portanto usamos a fórmula de inclinação :

$$I = H \times 100 / C$$

$$10 = 1,7 \times 100 / C$$

$$C = 17 \text{ m}$$

Usando a regra do cosseno, onde dividimos o cateto adjacente e a hipotenusa, que respectivamente é representado pela altura e pela rampa. "Podemos definir o plano cartesiano com inclinação igual ao plano inclinado, ou seja, com o eixo x formando um ângulo igual ao do plano, e o eixo y, perpendicular ao eixo x"(Virtuous; 2009).

$$\cos\alpha = CA/h$$

$$\cos\alpha = 1,7/17$$

$$\cos\alpha = 0.1$$

$$\alpha = \cos^{-1}(0.1)$$

$$\alpha = 84^\circ$$

Calculando a força peso, onde peso é igual a massa vezes a constante gravitacional. Na realização das contas tomamos como base o peso médio da população brasileira 70,6 kg, somado ao peso da cadeira com todas as adaptações 18 kg :

$$P = M \times G$$

$$P = 88,6 \times 9,806$$

$$P = 868,811 \text{kgf}$$

Afim de descobrir o valor da força P_x devemos realizar a "Conversão de coordenadas cartesianas para polares"(Junior; Karina.2006):

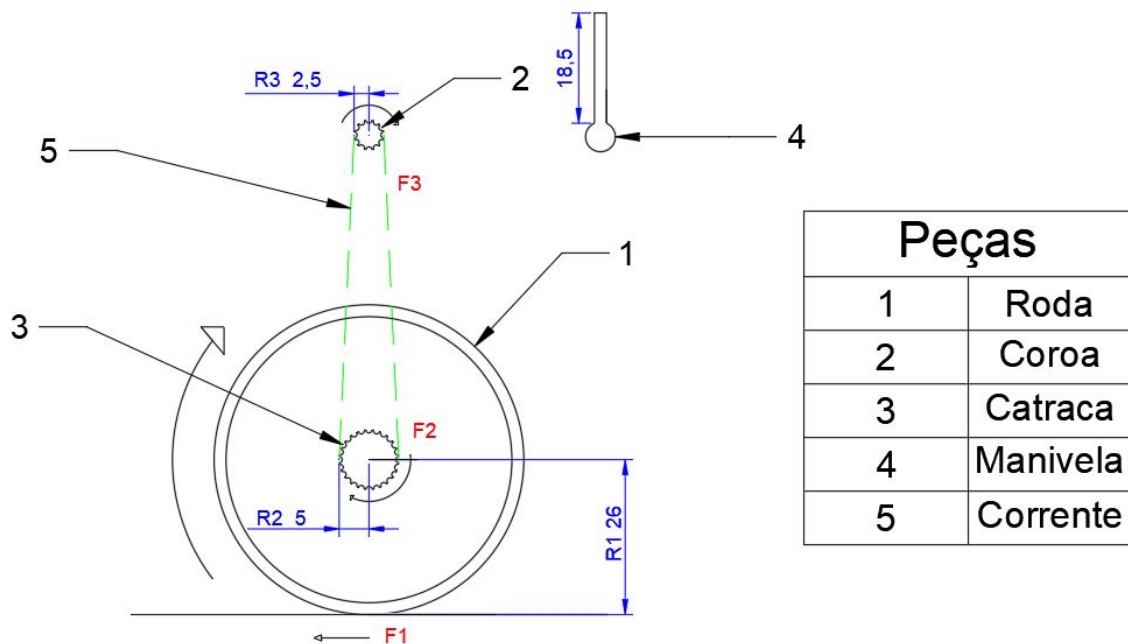
$$P_x = P \times \cos \alpha$$

$$P_x = 868,811 \times \cos 84^\circ$$

$$P_x = 90,815 \text{ N}$$

P_x é a força que o cadeirante de superar para subir a rampa.

Figura 8 – Forças



Fonte: Autoria Própria.

Para sabermos a força que o cadeirante deve aplicar a manivela, deve-se realizar uma proporção de torque entre a roda da cadeira e a catraca:

$$T = R \times F$$

$$F_1 \times R_1 = F_2 \times R_2$$

$$F_2 = 90,815 \times 26 / 4,46$$

$$F_2 = 529,414 \text{ N}$$

Onde F_2 é a força exercida na catraca, por ser um sistema de transmissão por intermédio de corrente a força de F_2 também está presente em F_3 , assim realizando uma proporção de torque entre a manivela e a coroa, resultará na força em que o cadeirante deve exercer sobre a manivela para superar os 90,815 N, para que ele consiga subir a rampa .

$$F_3 \times R_3 = F_4 \times R_4$$

$$F_4 = 529,414 \times 2,02 / 18,5$$

$$F_4 = 57.806 \text{ N}$$

Pórem o momento de inércia das enrenagens guias, deve ser levado em conta. Realizando esse cálculo:

$$MI = Mr \times R$$

$$MI = 0,007 \times 2,02$$

$$MI = 0,014$$

$$MI = 0,014 \times 2$$

$$MI = 0,028 \text{ kg.m}$$

Que somado ao sistema obtem-se uma força total de $F_f = 57.834 \text{ N}$. Assim para realizar a o mesmo trabalho o cadeirante deve realizar menos 32,981 N.

Se comparar a reducao de força há ser aplicada , em porcentagem tem-se que :

$$90,815 = 100\%$$

$$32,981 = x$$

$$90,815x = 3298,1$$

$$x = 36,3 \%$$

6 CONCLUSÃO

Assim, após os cálculos e conhecimentos adquiridos no decorrer das pesquisas, o sistema de transmissão foi capaz de reduzir a força em que o cadeirante deve aplicar para conseguir realizar o mesmo trabalho em 36,3 %, permitindo uma facilidade ao locomover-se em aclives. Portanto o acoplamento do sistema de transmissão a cadeira , irá permitir maior autonomia ao cadeirante no que tange a subir rampas e deslocar-se por aclives.

7 Referências

SILVA, O. M.; DEL'ACQUA. R. J. **Cadeira de rodas**. Disponível em: <<http://www.crfaster.com.br/Cadeira%20Rodas.htm>> Acesso em: 14 abr. 2019.

VIEIRA JUNIOR, N; CARVALHO, K. P. **Geometria analítica passo-a-passo: vetores no r2 r3**.1.ed. Formiga. Editora:NJr Publisher. 2016.

Virtuous Tecnologia da Informação. **Plano Inclinado - Só Física**. Disponível em <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Dinamica/pi.php>> Acesso em: 14 abr. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, M. R. **Transmissão por corrente**. 2017. 36f. manografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Instituição Anhanguera, Jacareí, 2017.

APÊNDICE A – Cronograma

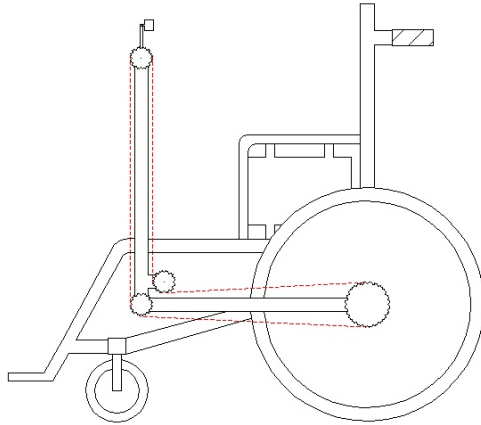
Figura 9 – Cronograma

Atividades Propostas	Cronograma																			
	Fevereiro		Março				Abril				Maio				Junho				Julho	
	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	
Discutir ideias e proposta para o projeto	x	x																		
Pesquisas Bibliográficas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Montagem do Cronograma			x	x																
Dimensionamento			x	x	x	x														
Desenvolvimento do Relatório							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Realização dos Cálculos							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Desing Gráfico			x																	
Apresentação Parcial do TAI									x											
Aquisição da Cadeira de Rodas						x														
Adquirir Materiais										x										
montagem do protótipo											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ensaio da apresentação																				x
Relatório Final																				x
Apresentação Final																				x

Fonte: Autoria Própria.

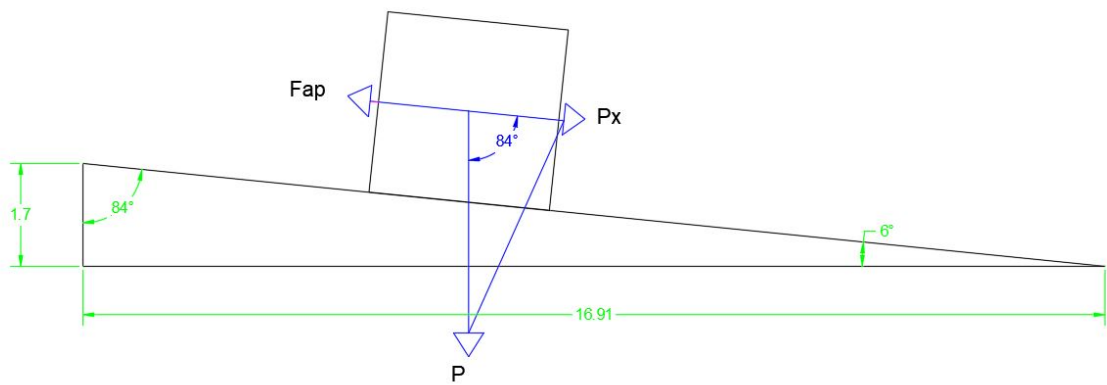
APÊNDICE B – AutoCad

Figura 10 – Cadeira de Rodas



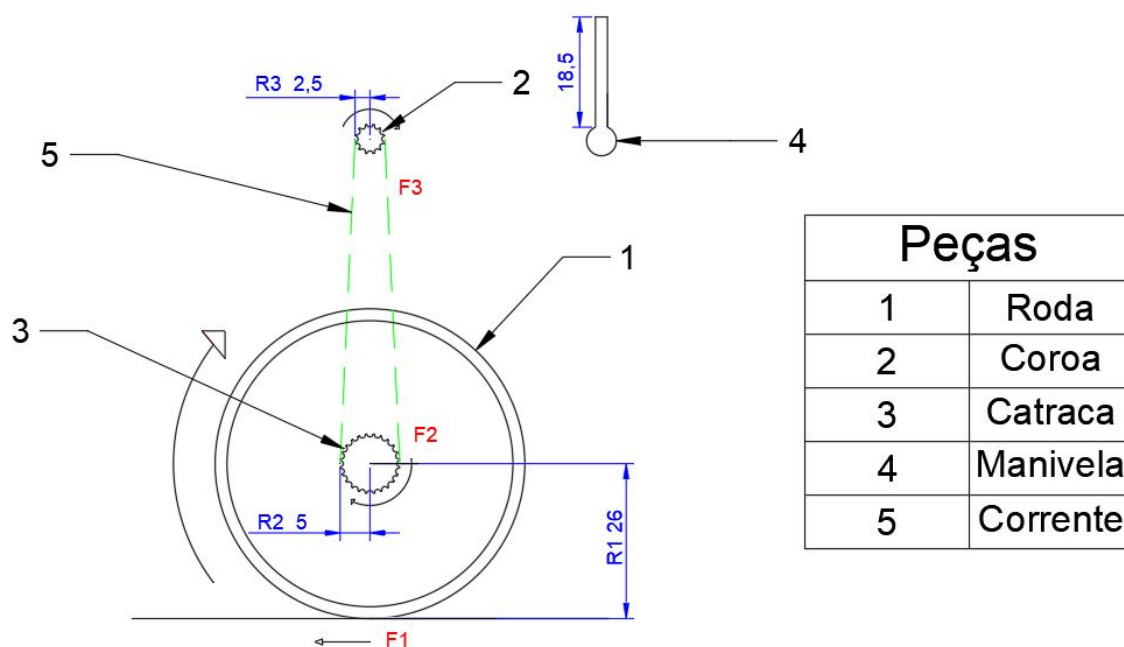
Fonte: Autoria Própria.

Figura 11 – Rampa de acesso



Fonte: Autoria Própria.

Figura 12 – Forças



Fonte: Autoria Própria.

APÊNDICE C – Matlab

Figura 13 – Formulário

```

1 - MP= 70.6; ('Massa média da pop brasileira. ');
2 - MC= 18; ('Massa da cadeira de rodas. ');
3 - MT= MP+MC; ('Massa da cadeira + massa média da pop brasileira. ');
4 - ME= 0,007; ('Massa do tensionador. ');
5 - G= 9.806; ('Força da gravidade. ');
6 - R1= 26; ('Raio da roda. ');
7 - R2= 4.46; ('Raio da catraca. ');
8 - R3= 2.02; ('Raio da coroa. ');
9 - R4= 18.5; ('Raio da manivela. ');
10 - R5= 2.02; ('Raio tensionador. ');
11 - P= MT*G; ('Força peso. ');
12 - PX= cosd(84)*P; ('Força ha ser vencida para alcançar o topo da rampa. ');
13 - F1= PX; ('Força aplicada manualmente á rodas. ');
14 - F2= F1*R1/R2; ('Força aplicada sobre a catraca. ');
15 - F3= F2; ('força aplicada a coroa. ');
16 - I= ME*R5; ('Inercia do tensionador. ');
17 - F4= F2*R3/R4+(2*I); ('Força aplicada a manivela. ');
18 - FT=F1-F4; ('Diferença entre as forças F1(Força aplicada manualmente na roda) e a F4(Força aplicada a manivela. ');
19
20
21

```

Fonte: Autoria Própria.

Figura 14 – Contas

```

Command Window
>> format short
>> MP= 70.6; ('Massa média da pop brasileira. ');
>> MC= 18; ('Massa da cadeira de rodas. ');
>> MT= MP+MC, ('Massa da cadeira + massa média da pop brasileira. ');

MT =

    88.6000

>> G= 9.806; ('Força da gravidade. ');
>> P= MT*G, ('Força peso. ');

P =

    868.8116

>> PX= cosd(84)*P, ('Força ha ser vencida para alcançar o topo da rampa. ');

PX =

    90.8155

>> F1= PX, ('Força aplicada manualmente á rodas. ');

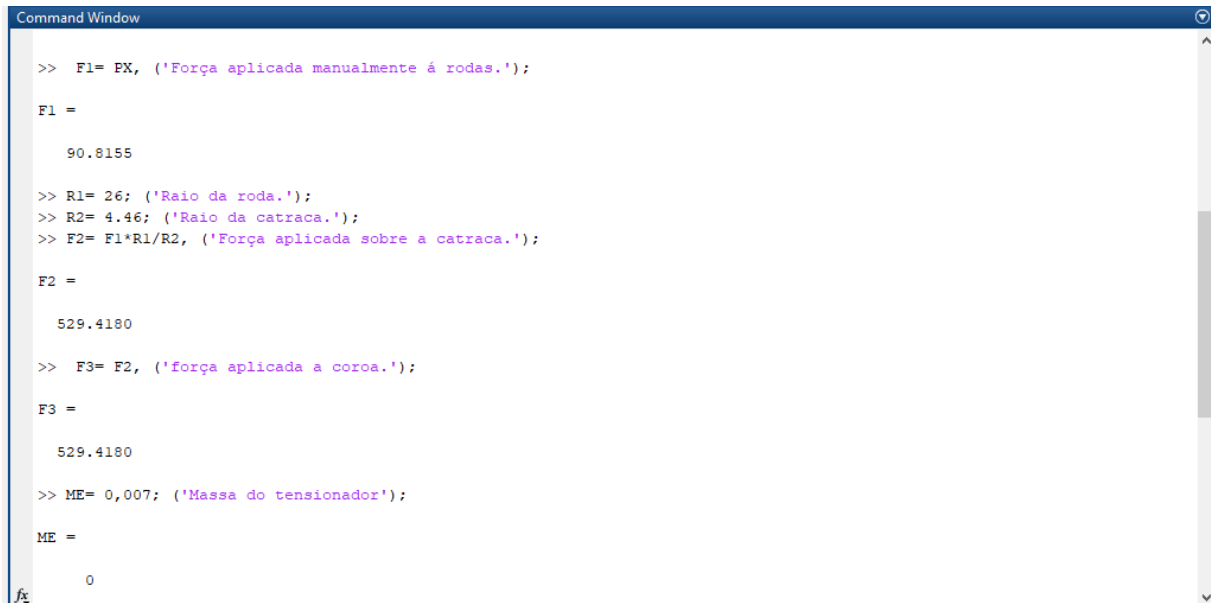
F1 =

    90.8155

```

Fonte: Autoria Própria.

Figura 15 – Contas



```
Command Window

>> F1= PX, ('Força aplicada manualmente á rodas.');
```

F1 =

90.8155

```
>> R1= 26; ('Raio da roda.');
```

```
>> R2= 4.46; ('Raio da catraca.');
```

```
>> F2= F1*R1/R2, ('Força aplicada sobre a catraca.');
```

F2 =

529.4180

```
>> F3= F2, ('força aplicada a coroa.');
```

F3 =

529.4180

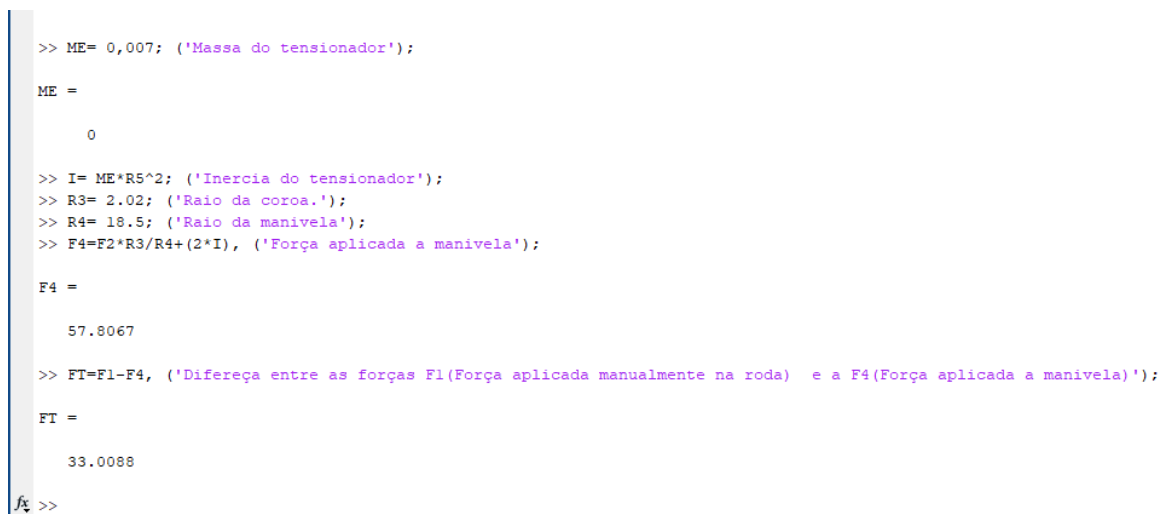
```
>> ME= 0,007; ('Massa do tensionador');
```

ME =

0

Fonte: Autoria Própria.

Figura 16 – Contas



```
>> ME= 0,007; ('Massa do tensionador');
```

ME =

0

```
>> I= ME*R5^2; ('Inercia do tensionador');
```

```
>> R3= 2.02; ('Raio da coroa.');
```

```
>> R4= 18.5; ('Raio da manivela');
```

```
>> F4=F2*R3/R4+(2*I), ('Força aplicada a manivela');
```

F4 =

57.8067

```
>> FT=F1-F4, ('Diferença entre as forças F1(Força aplicada manualmente na roda) e a F4(Força aplicada a manivela)');
```

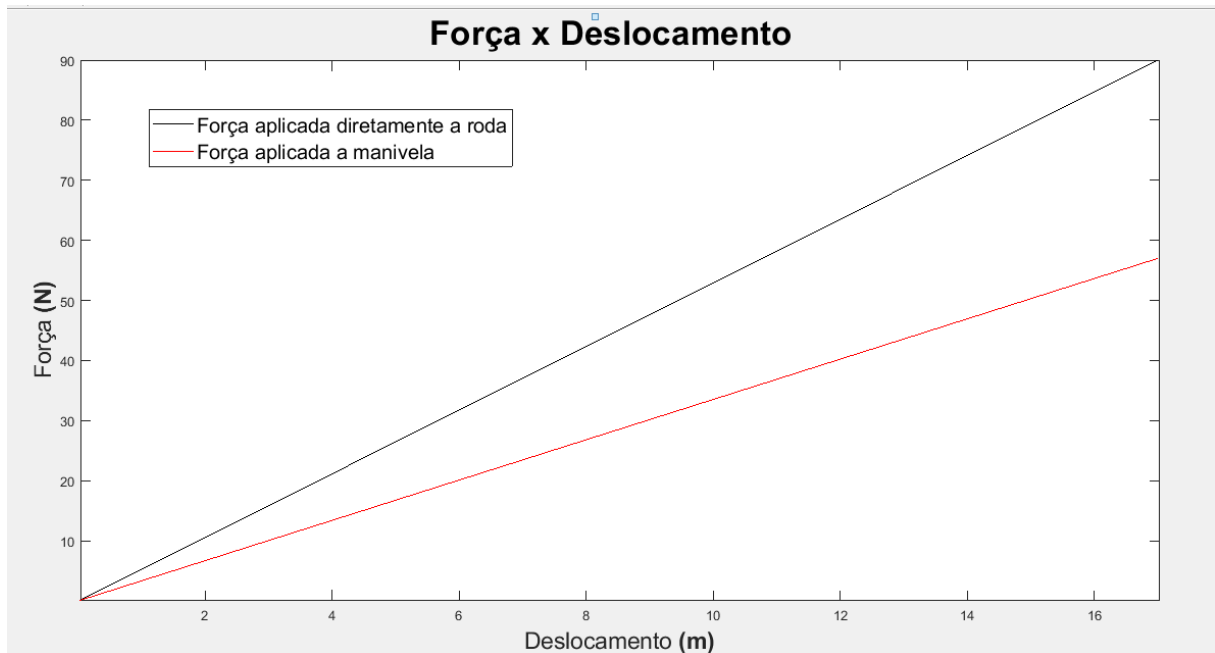
FT =

33.0088

Fonte: Autoria Própria.

APÊNDICE D – Gráficos

Figura 17 – Gráfico



Fonte: Autoria Própria