

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

JOFRE SUTILLI

**PROJETO DE MECANISMO DE TRANSMISSÃO PARA
UMA RODA SEM A UTILIZAÇÃO DE RAIOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2014

JOFRE SUTILLI

**PROJETO DE MECANISMO DE TRANSMISSÃO PARA
UMA RODA SEM A UTILIZAÇÃO DE RAIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica – DAMEC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Marcio T. Nakaura

PATO BRANCO

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro a DEUS, aos meus colegas de curso, colegas de trabalho, ao meu orientador, Prof. Marcio T. Nakaura, que me guiou durante a elaboração do projeto e do trabalho, à minha família que vem apoiando até hoje.

TERMO DE APROVAÇÃO

RESUMO

SUTILLI, Jofre. Projeto de mecanismo de transmissão para uma roda sem a utilização de raios. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

A roda raiada, usualmente utilizada em bicicletas, é um dos produtos de fabricação mecânica mais importante produzida pelo homem. O aro da roda é unido ao cubo através dos raios, quando bem montado, proporciona uma boa resistência à roda. Uma outra questão é o mecanismo de transmissão para uma roda sem raios. Foi projetado e construído um protótipo de roda sem raios, utilizando uma correia e polia dentada, empregando um sistema de engrenagem planetária. O mecanismo da roda sem raios mostrou-se viável no sentido construtivo. Embora o mecanismo possa ser construído com materiais mais leves, o atrito mostrou-se qualitativamente significativo no que se refere à eficiência ao rolamento.

Palavra – chave: Roda sem Raios. Engrenagem Planetária. Mecanismo de Transmissão. Correia Dentada.

ABSTRACT

SUTILLI, Jofre. Design of transmission mechanism for a wheel without the use of radius. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

The spoked wheel, usually used on bicycles, is one of the most important mechanical manufacturing products produced by man. The wheel rim is joined to the hub through the spokes, when it is well assembled, provides a good resistance to the wheel. A new issue is the transmission mechanism for a wheel without spokes. It was designed and built a prototype of wheel without spokes using a toothed belt and pulley, employing a planetary gear system. The wheel without spokes mechanism proved to be feasible in the constructive sense. Although the mechanism can be constructed of lightweight materials, friction qualitatively, showed significant with regard to efficiency rolling.

Keywords: Wheel without Spokes. Planetary Gear. Transmission Mechanism. Toothed Belt.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Roda de bicicleta	9
Figura 2 - Esquema de montagem de roda da bicicleta	9
Figura 3 - Roda sem raios utilizada na motocicleta	10
Figura 4 - Esforços na roda com e sem raio	11
Figura 5 - Bicicleta conceito 1	12
Figura 6 - Detalhe no mecanismo da bicicleta conceito	12
Figura 7 - Bicicleta conceito 2	13
Figura 8 – Modelos de engrenagens	14
Figura 9 – Transmissão por corrente de rolos	14
Figura 10 - Utilização da correia dentada no motor automotivo	15
Figura 11 – Cilindro rodando	17
Figura 12 – Mecanismo da roda projetado	18
Figura 13 – Dimensões do eixo	18
Figura 14 – Eixo com rolamentos de esfera	22
Figura 15 – Reações no eixo.....	22
Figura 16 - Reação 1	23
Figura 17 - Reação 2	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. OBJETIVO	10
1.2. JUSTIFICATIVA	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. PROJETO CONCEITO	12
2.2. ENGRENAGEM PLANETÁRIA OU EPICÍCLICO	13
2.3. TRANSMISSÃO POR CORRENTES DE ROLOS	14
2.4. CORREIA DENTADA	15
2.5. EIXOS	16
2.6. RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO	16
3. DIMENSIONAMENTO	18
3.1. DIMENSÃO DA RODA	18
3.2. CÁLCULO DA CARGA NO EIXO	18
3.3. RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO	24
4. RESULTADO E DISCUSSÕES	25
REFERÊNCIAS	26
APÊNDICES	28

1. INTRODUÇÃO

A roda raiada, usualmente utilizada em bicicletas, é um dos produtos de fabricação mecânica mais importante produzida pelo homem. A roda é basicamente composta de cinco elementos: pneu, aro, raio, cubo e eixo. Os raios, que unem o aro ao cubo, quando bem montado proporciona uma boa resistência à roda.



Figura 1 - Roda de bicicleta
Fonte: Google Imagens - A

Os raios da direita do flange do cubo traciona o aro para a direita e os raios da esquerda tracionam para a esquerda.

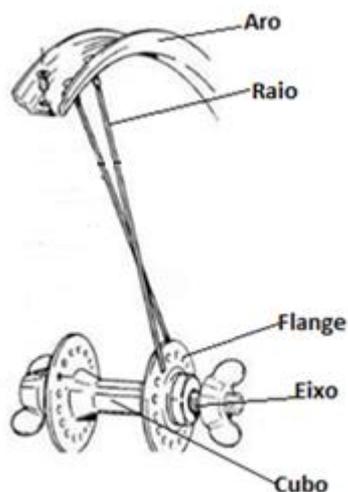


Figura 2 - Esquema de montagem de roda da bicicleta
Fonte: Google Imagens - B

Uma outra questão é a utilização da roda sem eixo central, ou seja, sem a utilização de raios e cubo.



Figura 3 - Roda sem raios utilizada na motocicleta
Fonte: Google Imagens – C

1.1.OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo projetar e construir uma roda sem raios, utilizando o mecanismo de engrenagem satélite (ou planetária). Assim:

- i. Foi feita uma pesquisa bibliográfica da utilização das rodas sem raios;
- ii. Na sequência, realizou-se um estudo do mecanismo de transmissão;
- iii. Foram projetados os componentes e o mecanismo da roda;
- iv. Foi construído o protótipo do mecanismo e avaliado a sua viabilidade.

1.2.JUSTIFICATIVA

O estudo e a fabricação da roda sem o uso de raios não está bem estabelecida na literatura. As forças atuantes numa roda raiada são diferentes da roda sem raios. Assim, faz-se necessário um estudo mais aprofundado das forças envolvidas na utilização de rodas sem raio. Além disso, um estudo da

eficiência deste tipo de transmissão em relação ao convencional é importante, por exemplo, no Projeto de Eficiência Energética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco (UTFPR-PB).

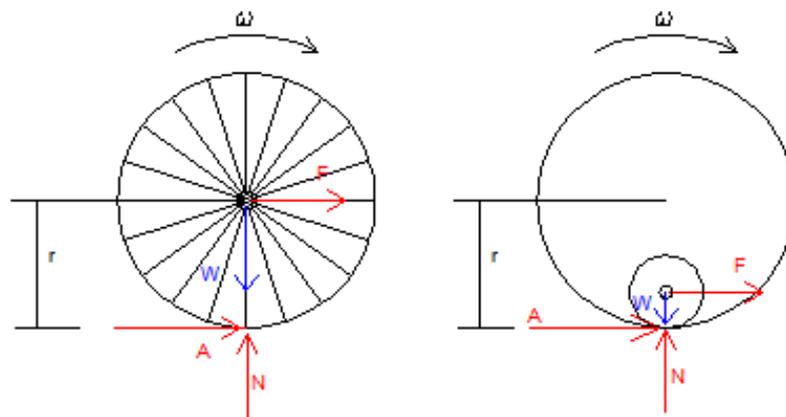


Figura 4 - Esforços na roda com e sem raio
Fonte: Autoria própria

onde:

- A – Força de atrito estático
- F – Força tangencial à pista
- W – Força normal à pista
- N – Força de reação da pista
- ω – Velocidade angular
- r – Raio

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PROJETO CONCEITO

Em um projeto conceitual procura-se aplicar novas ideias buscando uma melhor solução para um determinado produto.

Por exemplo, a figura a seguir mostra uma bicicleta conceito com aspecto bastante futurista: sem raios, corrente e eixo central da roda, que foram substituídos por um mecanismo de engrenagem planetária, o qual faz girar a roda.



Figura 5 - Bicicleta conceito 1
Fonte: Google Imagens D



Figura 6 - Detalhe no mecanismo da bicicleta conceito
Fonte: Google Imagens - E

Outro projeto conceito, concebida pelo designer Luke Douglas apresenta duas rodas de tamanhos bastante díspares, sendo que a dianteira é menor do que a traseira (CAMBÉ 2011).

Segundo o designer, o fato de sua roda traseira não possuir um sistema de raios, esta opção revela mais do que uma preocupação estética; o que se pretende é que a bicicleta torne-se mais leve e que os custos de produção e manutenção sejam reduzidos (CAMBÉ 2011).



Figura 7 - Bicicleta conceito 2
Fonte: Google Imagens - F

2.2. ENGRENAGEM PLANETÁRIA OU EPICÍCLICO

O trem planetário tem amplas aplicações. Este é um dispositivo de dois graus de liberdade. Duas entradas são necessárias para obter uma saída previsível. Em alguns casos, tais como o diferencial de automóveis, um eixo é provido (eixo motor) e duas saídas acopladas fricionalmente são obtidas (as duas rodas motoras) (NORTON, 2013).

Trens epicíclicos ou planetários têm diversas vantagens sobre trens convencionais, entre as quais está à obtenção de razões de trem maiores em pacotes menores, reversão garantida e saídas simultâneas, concêntricas, bidirecionais a partir de uma entrada única unidirecional. Essas características fazem os trens planetários muito conhecidos como transmissões automáticas em automóveis e caminhões, etc. (NORTON, 2013).

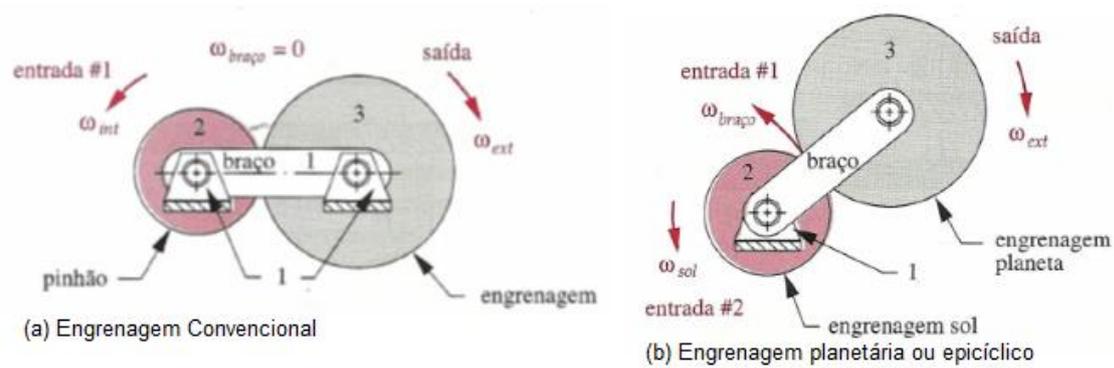


Figura 8 – Modelos de engrenagens
Fonte: Norton (2013)

2.3. TRANSMISSÃO POR CORRENTES DE ROLOS

A transmissão por corrente de rolos é um meio altamente eficiente e versátil para transmitir potência mecânica em aplicações industrial. Este sistema de transmissão tem um rendimento de 98% em condições corretas de trabalho, obtendo-se uma relação de velocidade constante entre as rodas dentadas motriz e movida (OLIVEIRA, 2009).



Figura 9 – Transmissão por corrente de rolos
Fonte: Google Imagens G

Quando há necessidade de transmissão de potência em locais de difícil acesso, grandes distâncias entre centros, condições especiais, as correntes de rolos apresentam resultados extremamente satisfatórios, sendo esse tipo de corrente o mais utilizado no mundo (OLIVEIRA, 2009).

2.4. CORREIA DENTADA

As correias dentadas são utilizadas em veículos automotores para acionamento do eixo de comando das válvulas e, em alguns casos, como acionamento do distribuidor.

A correia de transmissão sincronizada com dentes trapezoidais ou arredondados combina as vantagens de uma transmissão por correia (a qualquer distância desejada entre os centros da polia, funcionamento com baixo nível de ruído, baixa manutenção) com as vantagens de uma transmissão positiva (operação sincronizada, baixo esforço no mancal devido à baixa carga no eixo) (SCHAEFFLER, 2012).

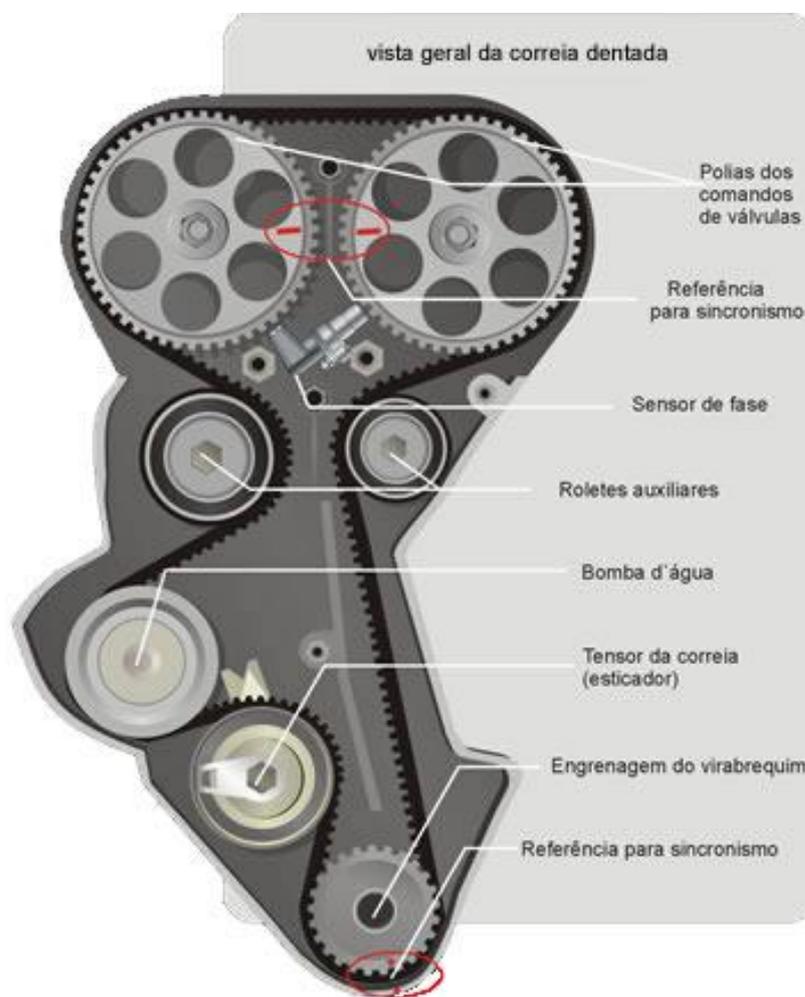


Figura 10 - Utilização da correia dentada no motor automotivo
Fonte: Google Imagens H

Os detalhes em vermelho na Figura 10 indica o sincronismo da mesma, serve para manter a sincronismo entre o virabrequim, que transfere a força do

motor as rodas, juntamente com o comando de válvula, responsável pela entrada e saída de gases do cilindro.

2.5. EIXOS

Eixos de transmissão, ou simplesmente eixos, são utilizados em praticamente todas as partes de máquinas rotativas para transmitir movimento de rotação e torque de uma posição a outra. Assim, o projetista de máquinas está frequentemente envolvido com a tarefa de projetar eixos.

Deve-se considerar tanto as tensões quanto as deflexões para o projeto do eixo. Frequentemente, a deflexão pode ser o fator crítico, porque deflexões excessivas causarão desgaste rápido dos mancais do eixo. Engrenagens, correias ou correntes comandadas pelo eixo podem também sofrer desalinhamentos provocadas pelas deflexões dos eixos. Observe que as tensões no eixo podem ser calculadas localmente para vários pontos ao longo do eixo com base nas cargas conhecidas e nas seções transversais supostas. Entretanto, os cálculos de deflexão requerem que a geometria inteira do eixo seja definida. Assim, um eixo é tipicamente projetado pela primeira vez usando considerações de tensão, e as deflexões são calculadas uma vez que a geometria esteja completamente definida. A relação entre as frequências naturais do eixo (tanto em torção quanto em flexão) e o conteúdo de frequência das funções força e torque com o tempo também pode ser fundamental. Se as frequências das funções de força forem próximas às frequências naturais do eixo, a ressonância pode criar vibrações, tensões elevadas e grandes deflexões (NORTON, 2013).

2.6. RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO

Engrenagens são usadas para transmitir torque e velocidade angular em uma ampla variedade de aplicações.

O meio mais fácil de transferir movimento rotatório de um eixo a outro é com um par de cilindros girando. Eles podem ser um conjunto externo de cilindros girando, como mostra a Figura 11a, ou um conjunto interno, como

mostra a Figura 11b. Se houver atrito suficiente disponível na interface de rolamento, esse mecanismo funcionará muito bem. Não haverá escorregamento entre os cilindros até que a força de atrito máxima disponível na junção seja excedida pelas demandas da transferência de torque.

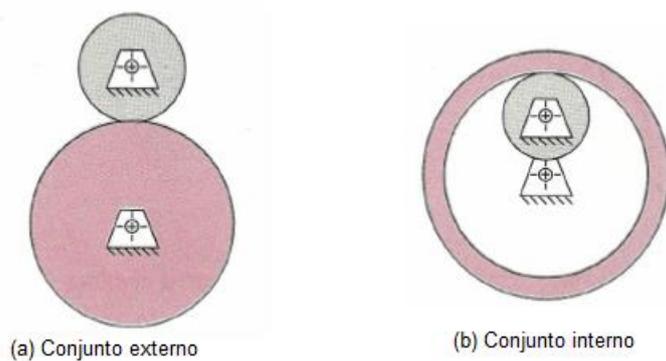


Figura 11 – Cilindro rodando
Fonte: Norton (2013)

As principais deficiências do mecanismo de comando de rolamento de cilindro são a capacidade relativamente baixa de torque e a possibilidade de escorregamento (NORTON, 2013).

3. DIMENSIONAMENTO

3.1. DIMENSÃO DA RODA

A dimensão da roda selecionada foi da bicicleta de aro 20, pois esta é a utilizada nos protótipos de veículos do Projeto de Eficiência Energética da UTFPR-PB. Foi utilizada uma correia dentada B129d22x1229, juntamente com a engrenagem do virabrequim 2TD105209 (VOLKSWAGEN), para a transmissão do mecanismo.



Figura 12 – Mecanismo da roda projetado
Fonte: Autoria própria

Através desse conjunto de correia e polia dentada foram definidas as dimensões do eixo. Para a construção da roda e dos suportes laterais foram utilizadas chapas de Polietileno (PEAD).

3.2. CÁLCULO DA CARGA NO EIXO

A figura abaixo mostra as dimensões para o cálculo da carga suportada pelo eixo. A Figura 13, com maiores detalhes, encontra-se no Apêndice A.

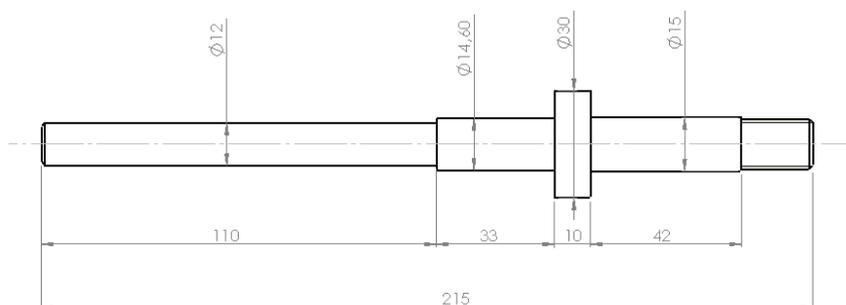


Figura 13 – Dimensões do eixo
Fonte: Autoria própria

Para o cálculo do momento dos eixos nas condições de flexão alternada e torção fixa utiliza-se a seguinte equação:

$$M_a = \frac{\left\{ \left(d^3 \frac{\pi}{32 N_f} \right)^2 - \frac{3}{4} \left(k_{fsm} \frac{T_m}{S_y} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} S_f}{k_f} \quad (4.1)$$

onde:

d é o diâmetro do eixo;

N_f é coeficiente de segurança à fadiga;

k_f é o são fatores de concentração de tensão de fadiga sob flexão;

k_{fsm} é o são fatores de concentração de tensão de fadiga sob torção;

S_f é a resistência à fadiga;

S_y é a tensão normal de escoamento;

M_a é momento fletor alternado;

T_m é o torque médio

O material utilizado na fabricação do eixo foi aço SAE-1045, com limite de resistência à tração (S_{ut}) de 570 MPa e tensão normal de escoamento (S_y) de 310 MPa .

Adotando o coeficiente de segurança, (N_f), 2,5 e o torque (T_m) até 15 Nm . O limite de resistência a fadiga não corrigido (S'_e) é obtido pela expressão:

$$S'_e = 0,5 S_{ut} \quad (4.2)$$

Portanto, para este material o limite de resistência a fadiga não corrigido é 285 MPa . A resistencia a fadiga corrigida (S_e) é determinado por:

$$S_e = C_{carreg} C_{tamanho} C_{superf} C_{temp} C_{conf} S'_e \quad (4.3)$$

O fator de carga (C_{carreg}) é considerado unitário, pois a carga exerce flexão no eixo. Fator de tamanho ($C_{tamanho}$) foi calculado para diâmetro de 15 mm (maior diâmetro do eixo), através da equação:

$$C_{tamanho} = 1,189 d^{-0,097} \quad (4.4)$$

obtêm-se assim 0,91.

Como a superfície é usinada, o fator de superfície (C_{superf}) será 0,80. O fator de temperatura (C_{temp}) é considerado unitário, pois o eixo trabalha com temperaturas menores que 450°C. Para uma confiabilidade de 99% , temos $C_{conf} = 0,814$.

Tem-se então a resistência à fadiga corrigida através da Equação (4.3):

$$S_e = 168,9 \text{ MPa}$$

Segundo Norton (2013), ambos os fatores de concentração de fadiga sob flexão (K_f) e torção (K_{fsm}) são obtidos pelas seguintes equações:

$$K_f = 1 + q_t (kt_t - 1) \quad (4.5)$$

$$K_{fsm} = 1 + q_f (kt_f - 1) \quad (4.6)$$

Para determinar o fator geométrico de concentração de tensão (kt_t) e flexão (kt_f), e o fator de sensibilidade ao entalhe para torção (q_t) e flexão (q_f) utilizam-se as equações:

$$kt_f = A \left(\frac{r}{d} \right)^b = 2,93 \quad (4.7)$$

$$kt_t = A \left(\frac{r}{d} \right)^b = 1,94 \quad (4.8)$$

$$q_f = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{\sqrt{a_f}}{\sqrt{r}}\right)\right]} = 0,5 \quad (4.9)$$

$$q_t = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{\sqrt{a_t}}{\sqrt{r}}\right)\right]} = 0,57 \quad (4.10)$$

Os valores de A e do expoente b , são fatores geométricos:

$A = 0,9959$	(flexão)
$A = 0,96689$	(torção)
$b = -0,23829$	(flexão)
$b = -0,15417$	(torção)

A constante de Neuber (a_f) para aços (flexão) é 0,155 e a constante de Neuber (a_t) para aços (torção) é 0,089. O raio de entalhe (r) é 0,157 mm. Assim, os valores da concentração de tensão em fadiga ficam:

$$K_f = 1,96 \quad \text{e} \quad K_{fsm} = 1,53$$

Considerando que o limite de resistência corrigido a fadiga é igual à resistência a fadiga, ou seja,

$$S_e = S_f$$

pode-se calcular agora os momentos para o eixo, de acordo com a Equação (4.1), para:

$$d_1 = 0,012 \text{ m} \quad \rightarrow \quad M_1 = 1,92 \text{ Nm}$$

$$d_2 = 0,0146 \text{ m} \quad \rightarrow \quad M_2 = 8,97 \text{ Nm}$$

$$d_3 = 0,015 \text{ m} \quad \rightarrow \quad M_3 = 9,99 \text{ Nm}$$

Os rolamentos utilizados no eixo foram de esfera SKF 6002 (32 x 15 x 9 mm) e SKF 6201 (32 x 12 x 9 mm), (SKF,2009).

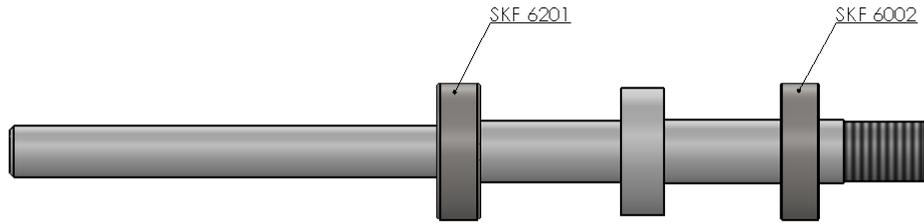


Figura 14 – Eixo com rolamentos de esfera
Fonte: Autoria própria

A Figura 15 mostra as forças de reação no eixo. Para o cálculo das reações nos apoios, tem-se:

$$\sum F_V = 0 \quad (4.11)$$

ou seja,

$$-R_a - R_b + R_c = 0$$

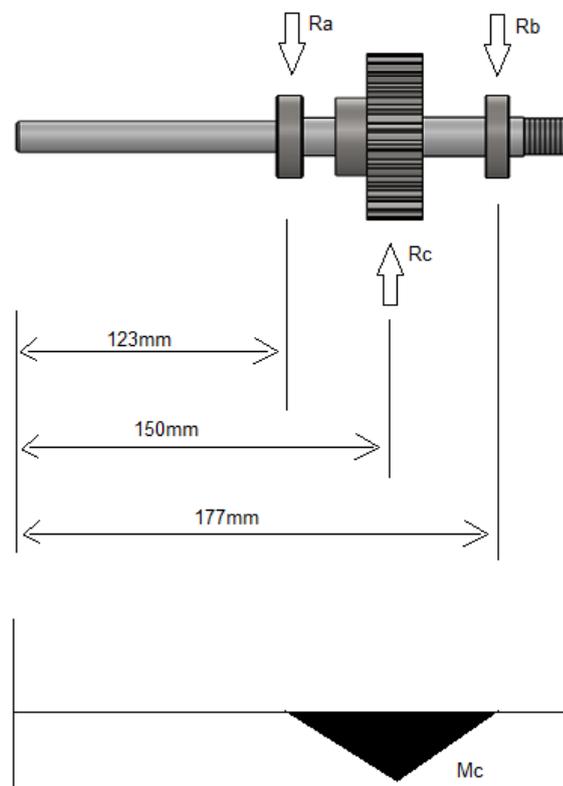


Figura 15 – Reações no eixo
Fonte: Autoria própria

Calculando os momentos ao longo do eixo, fica:

$$\sum M = 0 \quad (4.12)$$

ou então,

$$M = R_a (0,123 \text{ m}) - R_c (0,150 \text{ m}) + R_b (0,177 \text{ m}) = 0$$

Para o intervalo de $0,123 \leq x \leq 0,150$, tem-se:

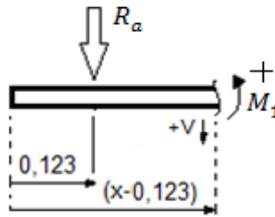


Figura 16 - Reação 1
Fonte: Autoria própria

$$V = R_a \quad \text{e} \quad M_1 = R_a(x - 0,123)$$

Para o intervalo de $0,150 < x \leq 0,177$ tem-se:

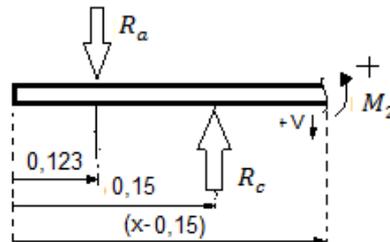


Figura 17 - Reação 2
Fonte: Autoria própria

$$V = R_a - R_c \quad \text{e} \quad M_2 = R_a(x - 0,123) - R_c(x - 0,150)$$

Como,

$$M_2 = 8,97 \quad \text{e} \quad x = 0,150$$

obtêm-se que

$$R_a = 332,22 \text{ N} \quad \text{e} \quad R_b = 332,22 \text{ N}$$

3.3. RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO

A relação de transmissão (m_v) é dada por:

$$m_v = \frac{N_2}{N_1} \quad (4.13)$$

No trem de engrenagem simples, com a rotação no mesmo sentido, a engrenagem motora (N_1) tem 26 dentes, e a movida (N_2) tem 129 dentes, assim a relação de transmissão tem o valor de 4,96 .

Define-se velocidade angular (ω) como a razão entre o deslocamento angular (φ) pelo intervalo de tempo (t) do movimento, ou seja:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \quad (4.14)$$

A velocidade tangencial (V) é dada por:

$$V = \omega r \quad (4.15)$$

No Projeto de Eficiência Energética da UTFPR-PB, os veículos devem ter uma velocidade média de 24 *km/h*. Logo, para essa velocidade, um raio (r) da roda com 216,8 *mm* , necessita-se de uma rotação do eixo de entrada de 1456 *rpm* .

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

O mecanismo da roda sem raios, utilizando o sistema engrenagem planetária, mostrou-se viável no sentido construtivo. Embora o mecanismo possa ser construído com materiais mais leves, o atrito mostrou-se qualitativamente significativo no que se refere à eficiência ao rolamento.

A engrenagem de virabrequim utilizada no mecanismo, em conjunto com a correia dentada, deixou a relação de transmissão alta para este projeto, podendo ser alterado para futuras necessidades.

O desenvolvimento de um protótipo de um mecanismo de uma roda sem a utilização de raios possibilita a facilidade de entendimento do mecanismo, bem como dos detalhes para os processos construtivos.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, R. F. **Viabilidade estrutural de uma roda elástica de aço para máquinas agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, 1990.
- ALMEIDA, F. C. **Análise das forças de contato e comportamento dinâmico de rodeiro ferroviário**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Controle e Automação) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.
- AUTIMPEX, **Catálogo de produto - 10º edição**. São Paulo, 2013.
- BOSCH, **Bosch no Brasil**. Disponível em: http://www.brasil.bosch.com.br/pt/br/br_main/startpage_1/country-landingpage.php. Acessado em 31 maio de 2014.
- BOSCH, **Correias Bosch**. São Paulo, 2009.
- BOSCH, R.. **Manual de Tecnologia Automotiva**. Edgard Blücher, São Paulo, 2005.
- CAMBÉ, D. **Lunardic, uma bicicleta diferente**. Disponível em <<http://blogdomaha.blogspot.com.br/2011/10/lunartic-um-prototipo-de-bike-bem-legal.html>>. Acessado em 02 de julho de 2014.
- CRISTAL, E.O. **Projeto e fabricação de veículo triciclo para transporte urbano de carga e passageiros**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Processo de Fabricação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.
- Google Imagens – A**. Disponível em <<http://www.luteranos.com.br/conteudo/vida-em-comunidade>>. Acessado em 02 de maio de 2014.
- Google Imagens – B**. Disponível em <<http://viagem.hsw.uol.com.br/como-reparar-uma-bicicleta3.htm>>. Acessado em 02 de maio de 2014.
- Google Imagens – C**. Disponível em: <<http://www.batalhax.com.br/2011/07/hubless-monstermoto-sem-raio.html>>. Acessado em 02 de maio de 2014.
- Google Imagens – D**. Disponível em <http://obviousmag.org/archives/2010/03/nulla_bike_-_novo_conceito_de_bicicleta.html>. Acessado em 02 de maio de 2014.
- Google Imagens – E**. Disponível em <http://obviousmag.org/archives/2010/03/nulla_bike_-_novo_conceito_de_bicicleta.html>. Acessado em 02 de maio de 2014.
- Google Imagens – F**. Disponível em <<http://blogdomaha.blogspot.com.br/2011/10/lunartic-um-prototipo-de-bike-bem-legal.html>>. Acessado em 02 de maio de 2014.
- Google Imagens – G**. Disponível em <<http://mechanicalhandbook.blogspot.com.br/2011/03/transmicao-por-correntes.html>>. Acessado em 02 de maio de 2014.

Google Imagens – H. Disponível em <<http://tunados.net/saiba-quando-trocar-a-correia-dentada-do-seu-automovel>>. Acessado em 02 de maio de 2014.

NORTON, R. L. **Projeto de máquinas**. Bookman. Porto Alegre, 2013.

OLIVEIRA, A. C.; MARTINS, I. L.; LACERDA, F.; TOTI, F. A. et. al. **Transmissão por corrente de rolos**. Apostila do curso de projetos – Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, 2009.

SANTOS, A.R. **Educação, ciência e tecnologia**. Millenium. São Paulo, 2005.

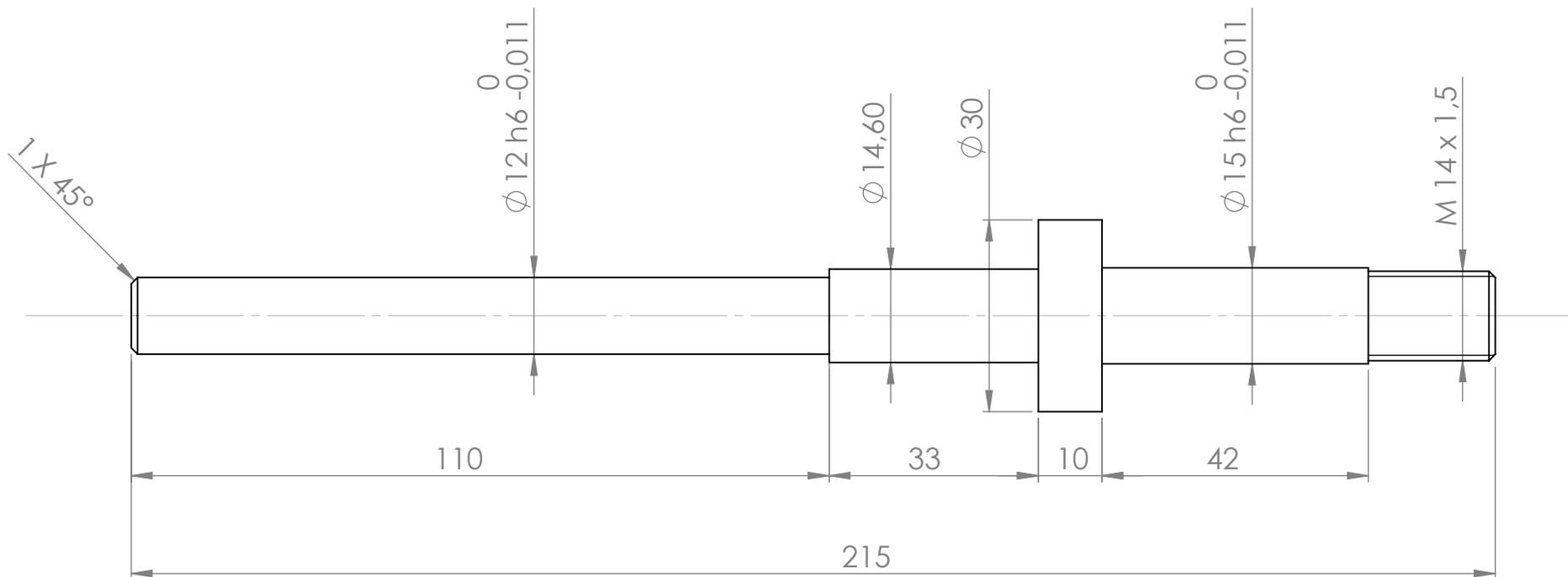
SCHAEFFLER **Tecnologia criativa para veículos**. Disponível em <<http://www.schaeffler.com.br/content.schaeffler.com.br/pt/mediathek/library/library-detail-language.jsp?id=3313792>>. Acessado em 03 de junho de 2014.

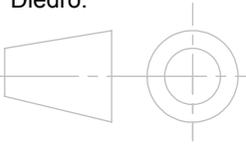
SILVA, L.L. **Análise de rendimento de engrenagens planetárias**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia de Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

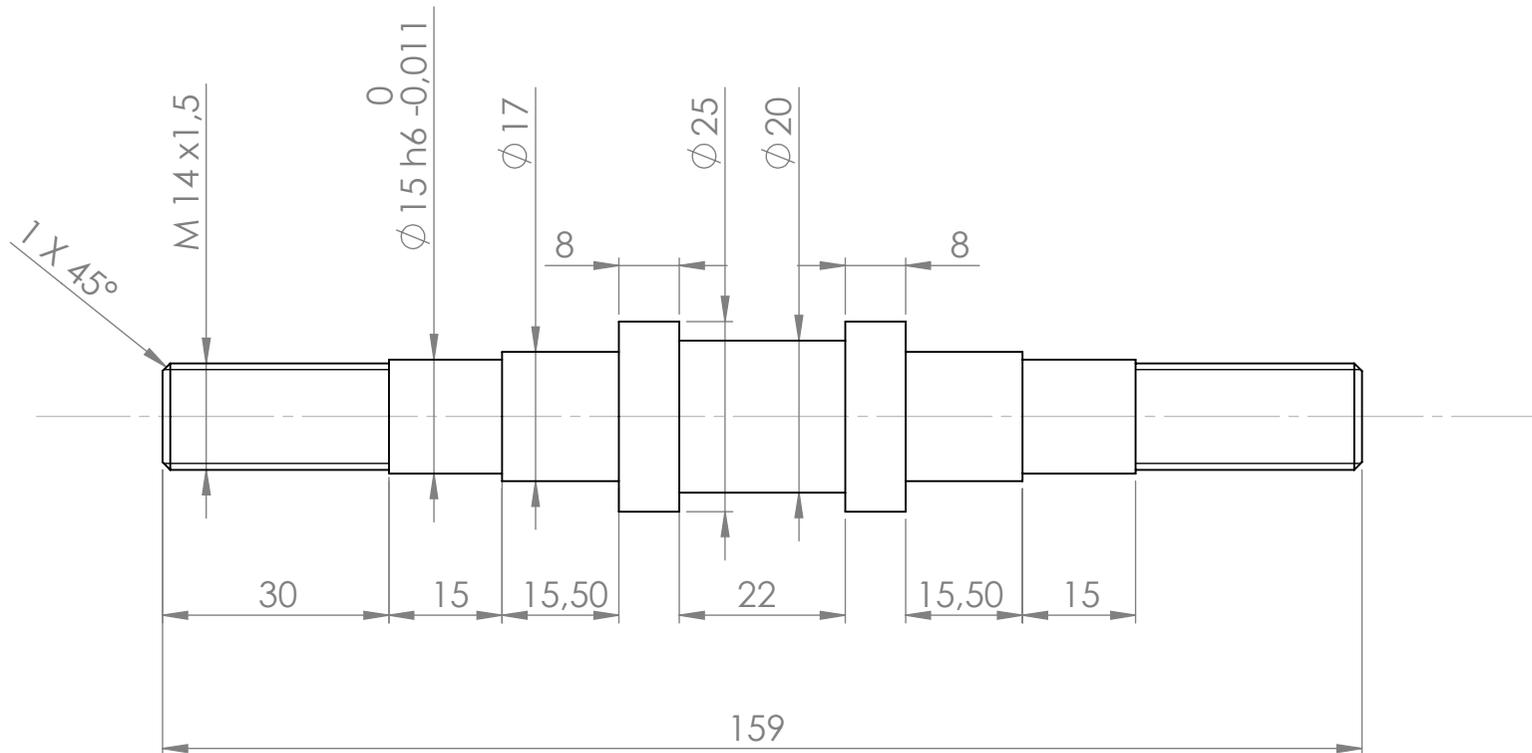
SKF **Catálogo geral**. Suécia, 2009.

APÊNDICES

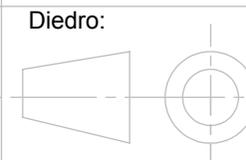
APÊNDICE A – Eixo principal	página 29
APÊNDICE B – Eixo secundário	página 30
APÊNDICE C – Suporte do rolamento	página 31
APÊNDICE D – Lateral	página 32
APÊNDICE E – Roda	página 33
APÊNDICE F – Engrenagem	página 34
APÊNDICE G – Montagem do mecanismo	página 35
APÊNDICE H – Flange E	página 36
APÊNDICE I – Flange D	página 37
APÊNDICE J – Montagem explodida	página 38

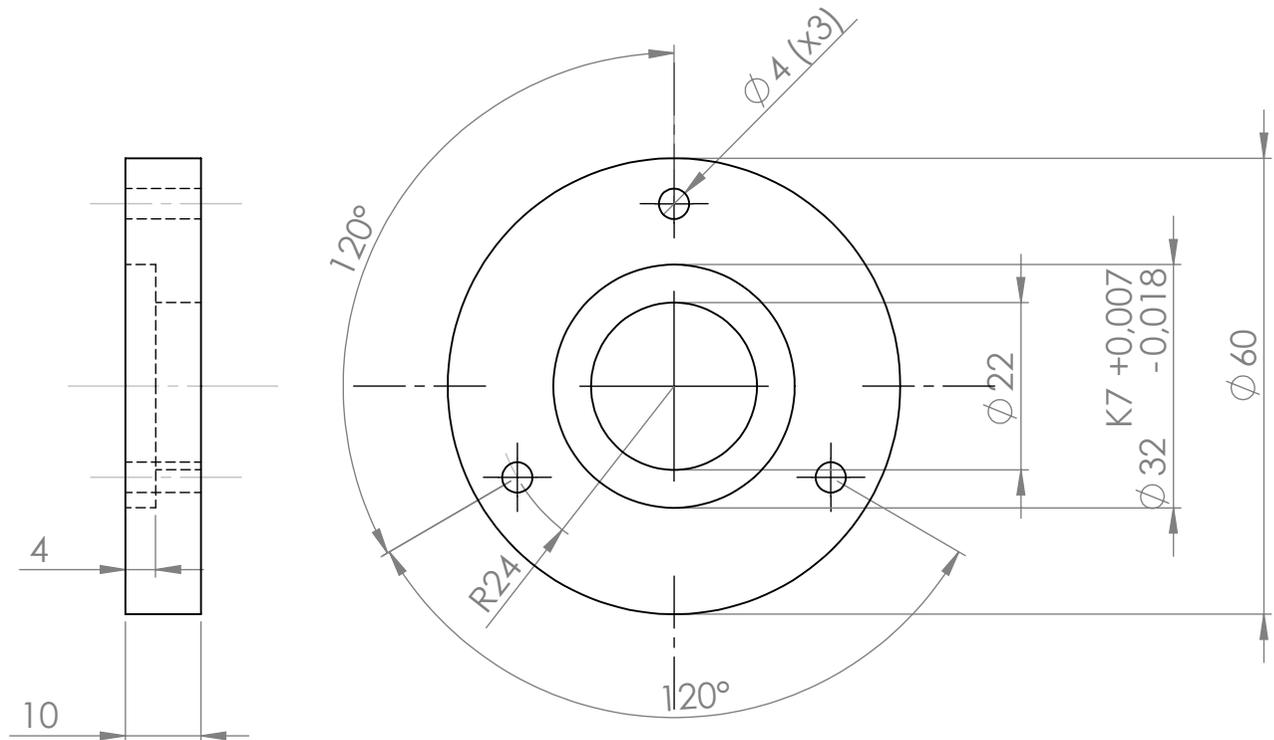


Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Pato Branco)				Data: 17/11/14	
Dicipina TC30MC		Desenhista/projetista: Jofre Sutilli		Apêndice A	
Revisor Marcio T. Nakaura		Unidade mm		Tolerância geral: ±0,1	
Escala 1:1		Folha: A4		Material: Aço ABNT 1045	
Peça: Eixo principal		Quantidade: 01		Diedro: 	



Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Pato Branco)			Data: 17/11/14	
Dicipina TC30MC	Desenhista/projetista: Jofre Sutilli		Apêndice B	
Revisor Marcio T. Nakaura	Unidade mm	Tolerância geral: $\pm 0,1$	Escala 1:1	
Peça: Eixo secundário	Quantidade: 02	Folha: A4	Material: Nylon 6.0	





Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Câmpus Pato Branco)

Data:
17/11/14

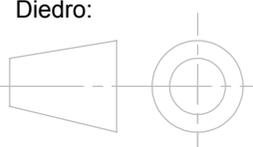
Diciplina
TC30MC

Desenhista/projetista:

Jofre Sutilli

Apêndice C

Diedro:



Revisor

Marcio T. Nakaura

Unidade

mm

Tolerância geral

±0,1

Escala

1:1

Peça:

Suporte do rolamento

Quantidade:

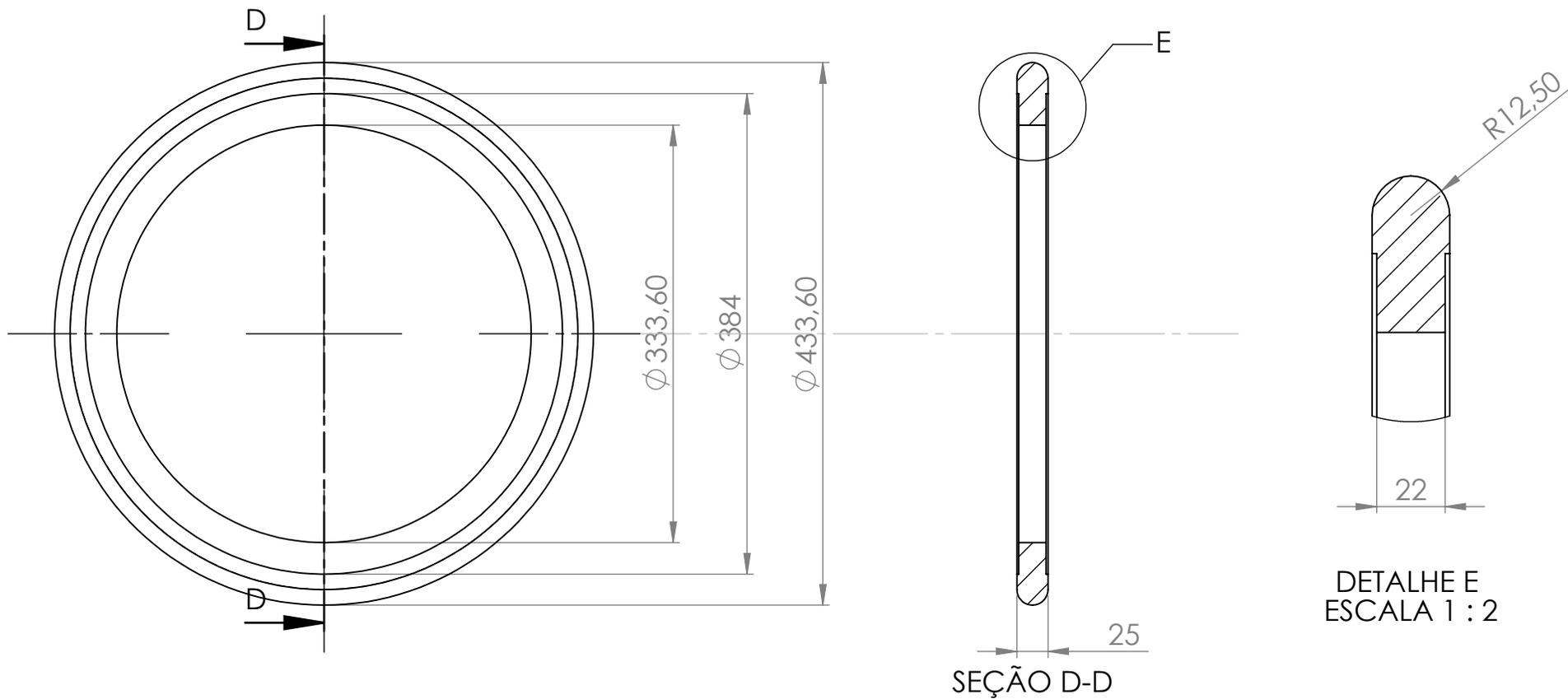
06

Folha:

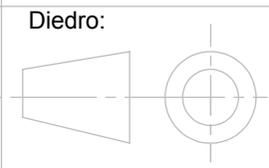
A4

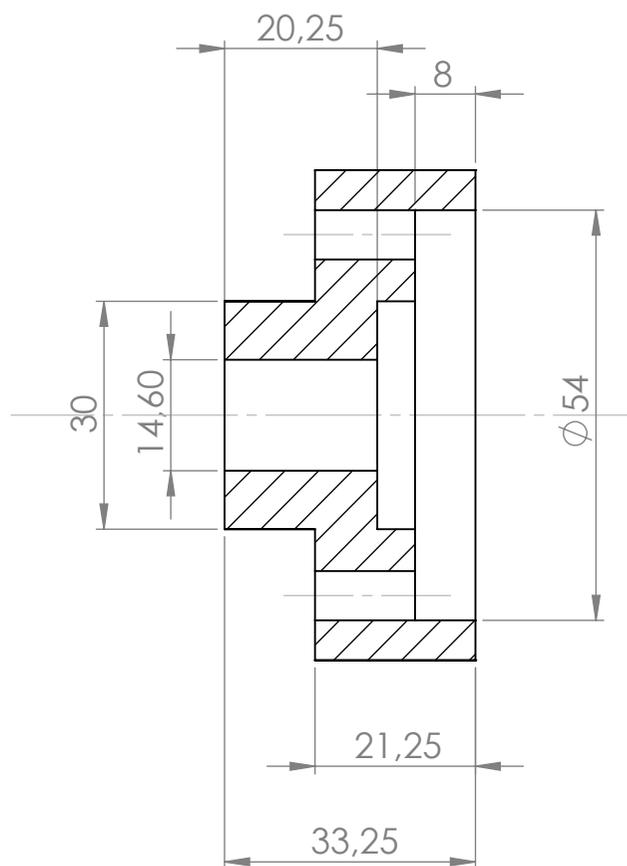
Material:

Polietileno PEAD

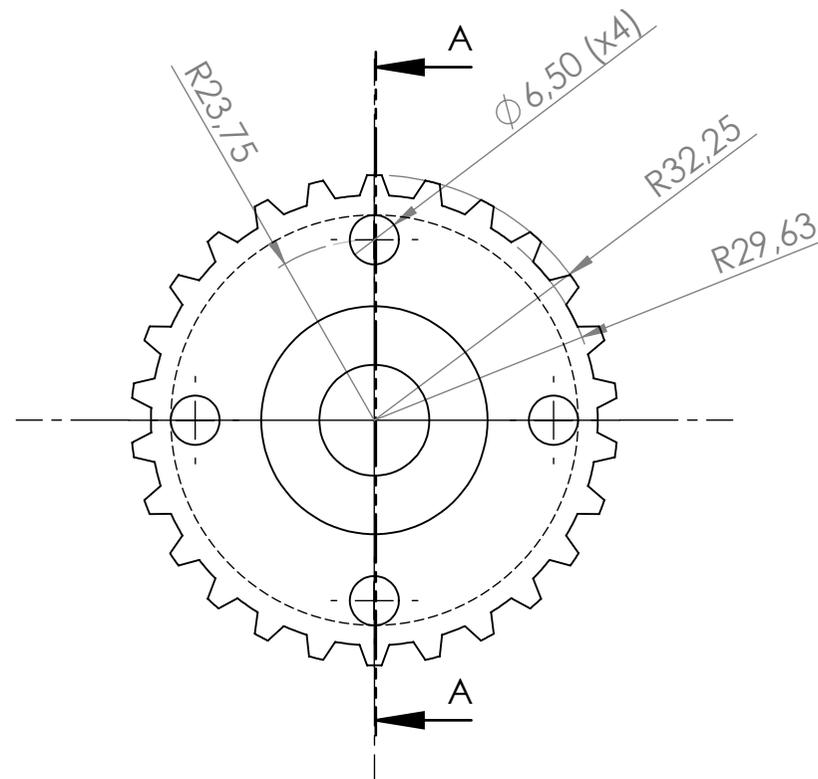


Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Pato Branco)			Data: 17/11/14	
Dicipina TC30MC	Desenhista/projetista: Jofre Sutilli		Apêndice E	
Revisor Marcio T. Nakaura		Unidade mm	Tolerância geral: ±0,1	Escala 1:5
Peça: Roda		Quantidade: 01	Folha: A4	Material: Polietileno PEAD

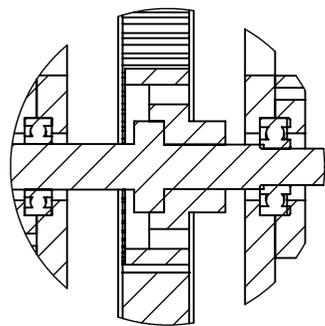




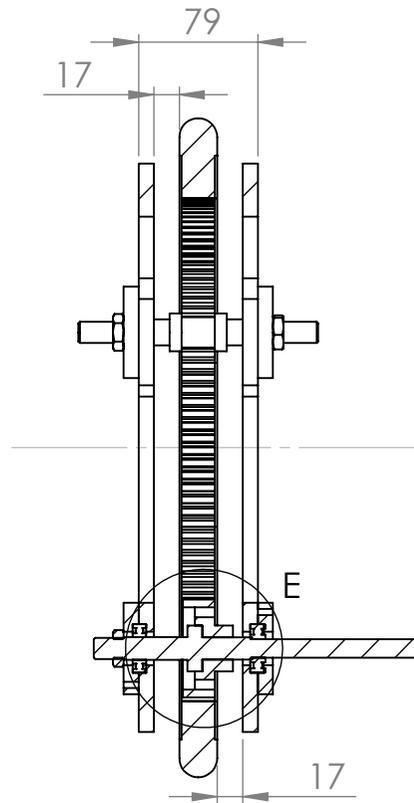
SEÇÃO A-A



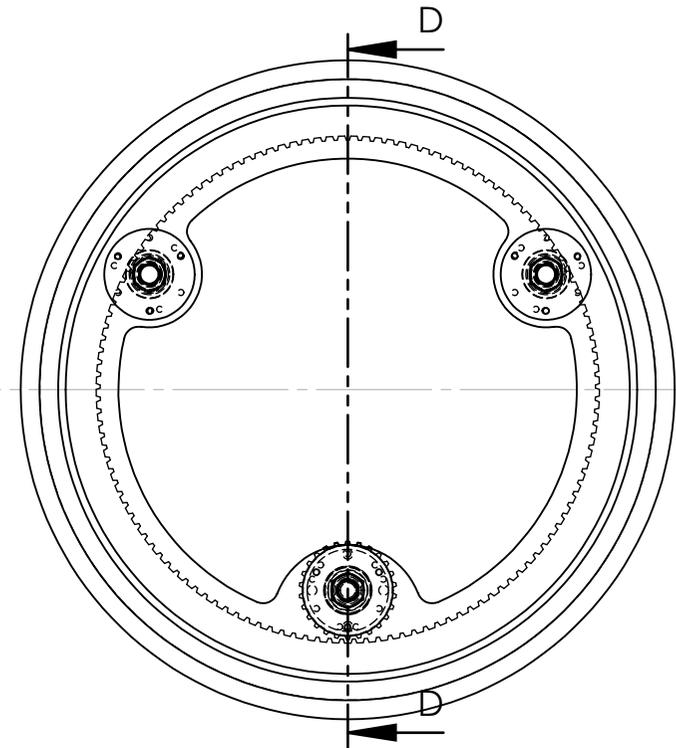
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Pato Branco)			Data: 17/11/14		
Disciplina TC30MC	Desenhista/projetista: Jofre Sutilli		Apêndice F		Diedro:
Revisor Marcio T. Nakaura	Unidade mm	Tolerância geral: ±0,1	Escala 1:1		
Peça: Engrenagem		Quantidade: 01	Folha: A4	Material: Aço	

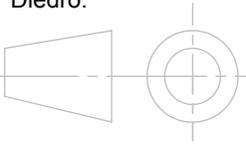


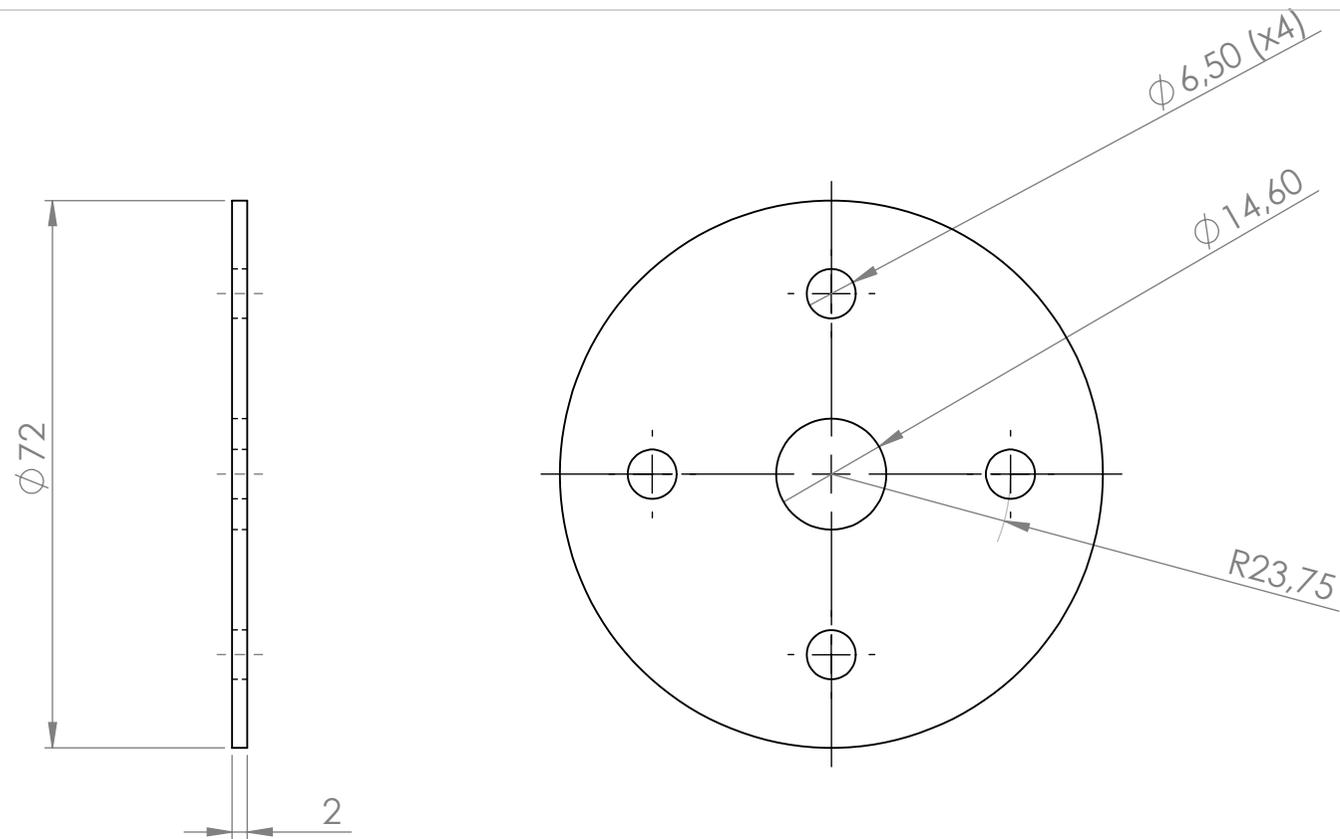
DETALHE E
ESCALA 2 : 5



SEÇÃO D-D
ESCALA 1 : 5



Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Pato Branco)				Data: 17/11/14	
Dicipina TC30MC		Desenhista/projetista: Jofre Sutilli		Apêndice G	
Revisor Marcio T. Nakaura		Unidade mm		Tolerância geral: $\pm 0,1$	
Escala 1:5		Quantidade: --		Folha: A4	
Peça: Montagem do mecanismo		Material: --		Diedro: 	



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Câmpus Pato Branco)

Data:
17/11/14

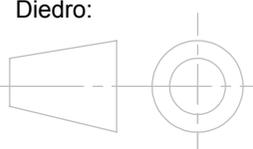
Diciplina
TC30MC

Desenhista/projetista:

Jofre Sutilli

Apêndice H

Diedro:



Revisor

Marcio T. Nakaura

Unidade

mm

Tolerância geral:

$\pm 0,1$

Escala

1:1

Peça:

Flange E

Quantidade:

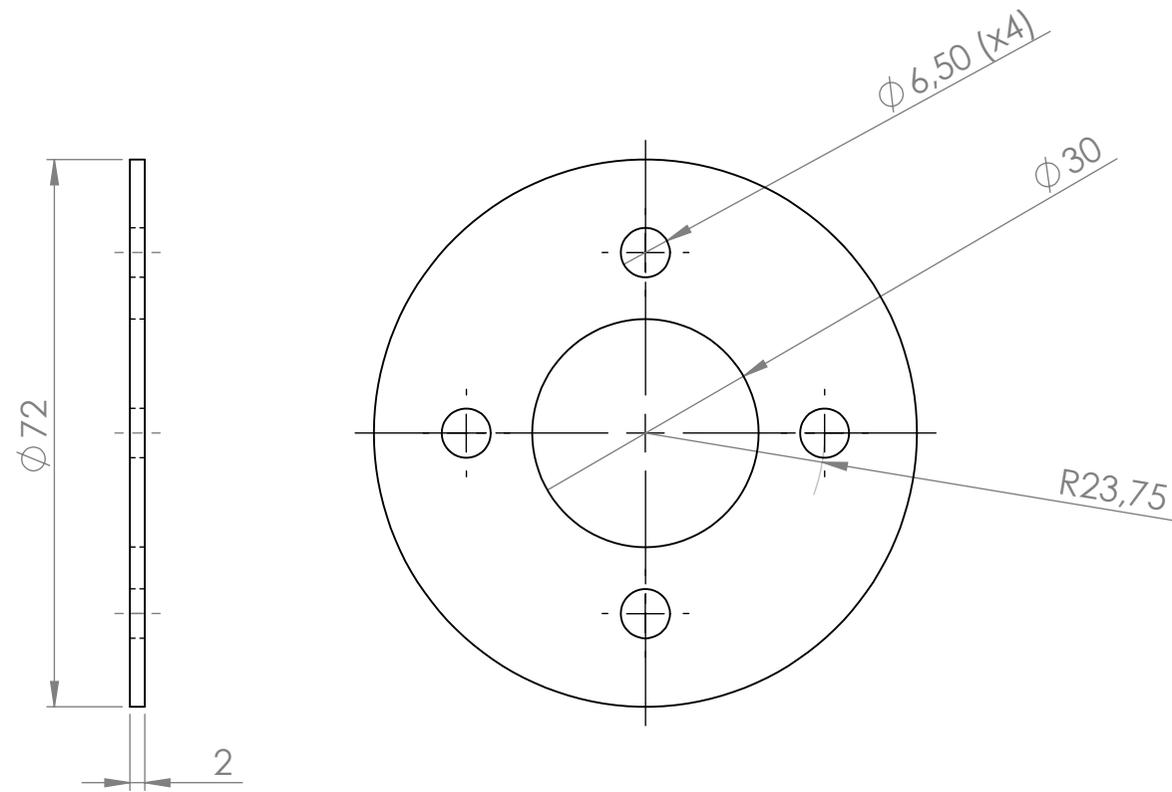
01

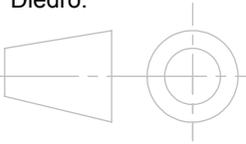
Folha:

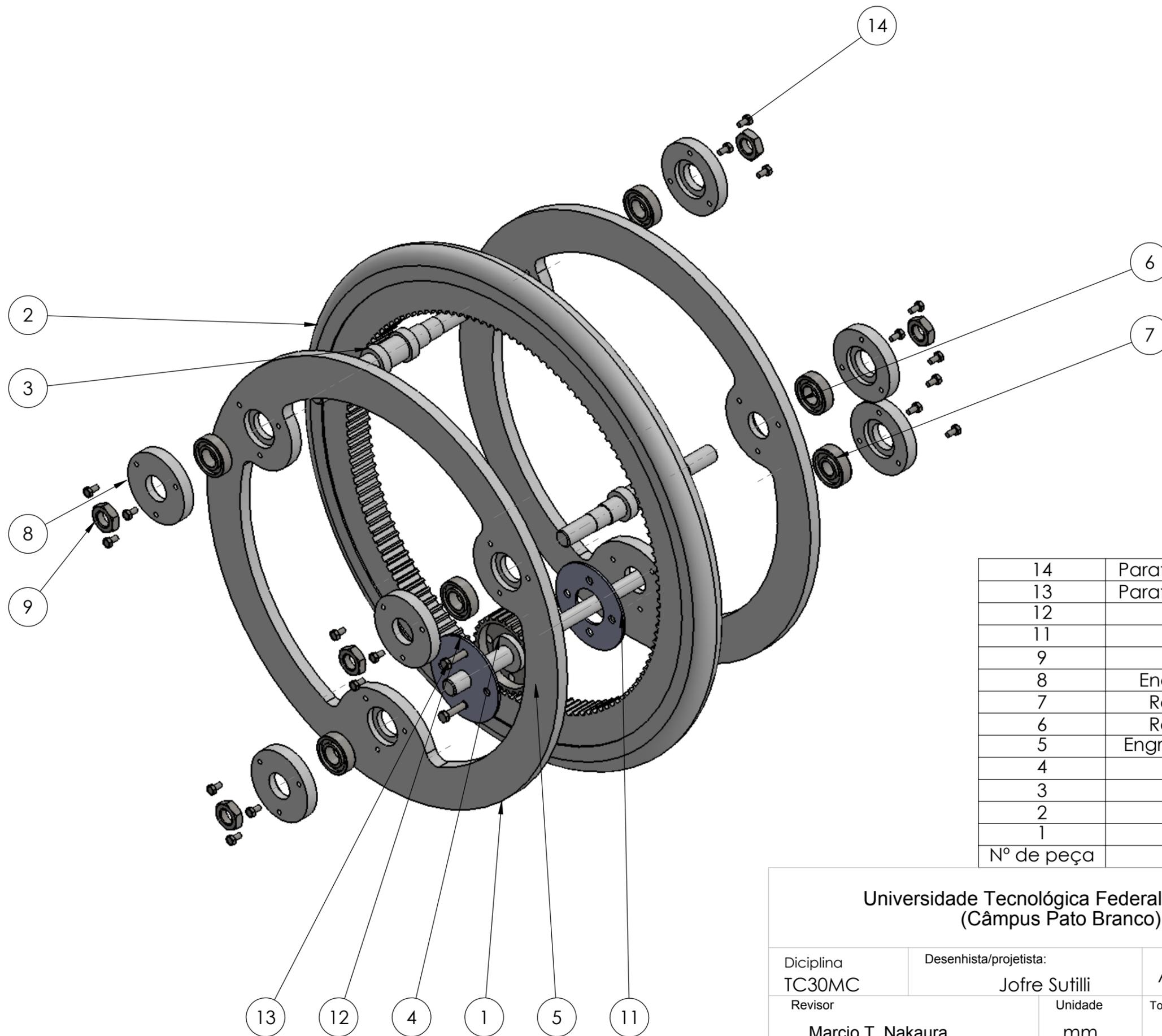
A4

Material:

Aço ABNT 1020



Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Pato Branco)				Data: 17/11/14
Dicipina TC30MC	Desenhista/projetista: Jofre Sutilli	Apêndice I		Diedro: 
Revisor Marcio T. Nakaura	Unidade mm	Tolerância geral: $\pm 0,1$	Escala 1:1	
Peça: Flange D	Quantidade: 01	Folha: A4	Material: Aço ABNT 1020	



14	Parafuso sextavado M4x20	18
13	Parafuso sextavado M5x25	2
12	Flange E	1
11	Flange D	1
9	Porca M14x1,5	5
8	Encaixe do rolamento	6
7	Rolamento SKF 6201	1
6	Rolamento SKF 6002	5
5	Engrenagem virabrequim	1
4	Eixo principal	1
3	Eixo secundário	2
2	Roda	1
1	Lateral de apoio	2
Nº de peça	Peça	Quant.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Pato Branco)			Data:
			17/11/14
Diciplina TC30MC	Desenhista/projetista: Jofre Sutilli	Apêndice J	
Revisor Marcio T. Nakaura	Unidade mm	Tolerância geral: ±0,1	Escala 1:3
Peça: Montagem explodida	Quantidade: --	Folha: A3	Material: --
			Diedro: