



ANA CECÍLIA ARANTES SILVA
INGRIDY CRISTINA FARIA
JOÃO VITOR TEIXEIRA
JORGE AUGUSTO SOUTO FERNANDES

TRABALHO ACADÊMICO INTEGRADOR II
BICICLETA SEM CORRENTE

ARCOS
2018

**ANA CECÍLIA ARANTES SILVA
INGRIDY CRISTINA FARIA
JOÃO VITOR TEIXEIRA
JORGE AUGUSTO SOUTO FERNANDES**

**TRABALHO ACADÊMICO INTEGRADOR II
BICICLETA SEM CORRENTE**

Trabalho Acadêmico Integrador apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica do Campus Arcos do Instituto Federal de Minas Gerais como requisito final para a aprovação na disciplina TAI II.

Instituto Federal de Minas Gerais
Campus Arcos
Graduação em Engenharia Mecânica

Arcos
2018

Checkar espaçamento entre linhas

RESUMO

As bicicletas são meios de transporte sustentáveis, pois são econômicas e não poluentes. Porém, apesar de suas características favoráveis, ela também conta com alguns problemas, nos quais, atrapalham o seu desempenho. Em vista disso, o grupo tomou por base em pesquisas estatísticas que o seu maior problema é o sistema de transmissão por corrente, que desacopla facilmente, atrapalhando o rendimento da mesma.

* O projeto apresentado é a modificação do sistema de transmissão de uma bicicleta comum, substituindo a corrente por um eixo de transmissão.

* No decorrer do trabalho, serão apresentadas, soluções para esse problema, com base em alguns cálculos utilizando o conhecimento das matérias ensinadas durante o semestre. Será apresentado também uma simulação de modelagem 3D feita no Software Inventor, para melhor visualização da bicicleta.

Palavras-chave: Bicicleta, sistema de transmissão, desacoplamento da corrente.



* Resumo não tem parágrafo

ABSTRACT

Bicycles are sustainable because they are advantageous and non-polluting. However, in spite of its favorable characteristics, it also contains some problems, in which, they hinder the yield of its use. In view of this, the group was based on research that represents its biggest problem and the current transmission system, which unfolded, hindering the efficiency of the same.

The design is presented by the group of the transmission system of a common bicycle, replacing the chain by a transmission axis.

In the course of the work, solutions to this problem will be useful, based on some cases of their use during the semester. The syringe also made a simulation of 3D modeling done in the Invetor Software, for better visualization of the bicycle.

Keywords: Bicycle, transmission system, chain uncoupling.

Dev necessário

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução da bicicleta.	10
Figura 2 – Porcentagem dos problemas enfrentados.	13
Figura 3 – Grafico da quantidade de pessoas e altura.	14
Figura 4 – Dimensionamento do quadro.	15
Figura 5 – Quadro modelado.	16
Figura 6 – Modelagem da roda.	17
Figura 7 – Movimento central selado.	19
Figura 8 – Cadência de acordo com o comprimento do pedivela.	20
Figura 9 – Modelagem do pedivela.	20
Figura 10 – Modelagem do pedal fixado ao pedivela.	21
Figura 11 – Modelagem do eixo pinhão.	22
Figura 12 – Modelagem dos movimentos centrais traseiro/dianteiro (cubos).	22
Figura 13 – Modelagem da coroa posterior fixada a roda traseira.	23
Figura 14 – Modelagem do guidom, banco e garfo fixados ao quadro.	24
Figura 15 – Diagram de corpo livre da roda traseira.	25
Figura 16 – Forças tangente ao pedivela fixado à coroa frontal.	26
Figura 17 – Força aplicada pelo ciclista no pedal.	27
Figura 18 – Fase de propulsão e recuperação do pedal.	27
Figura 19 – Modelagem final do projeto.	30
Figura 20 – Tabela para aplicação de ajustes - Sistema ISO Furo-Base.	34
Figura 21 – Tabela de formas de apresentação da NB 86 para Furos-Base H7.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma de atividades.	11
Tabela 2 – Porcentagem de acordo com a quantidade.	12
Tabela 3 – Média altura.	14
Tabela 4 – Tamanho do quadro proporcional a altura.	15
Tabela 5 – Dimensionamento da roda.	16
Tabela 6 – Dimensionamento do eixo do movimento central selado.	17
Tabela 7 – Dimensionamento da capa superior do movimento central.	18
Tabela 8 – Dimensionamento dos rolamentos do movimento central.	18
Tabela 9 – Dimensionamento das capas dos rolamentos do movimento central.	19
Tabela 10 – Peças e materiais.	29
Tabela 11 – Componentes, especificações e instalação.	29
Tabela 12 – Tabela padrão do coeficiente de variância de acordo com faixa.	33
Tabela 13 – Tabela padrão da precisão de acordo com faixa.	33

Conservar
forma das

Sumário

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	JUSTIFICATIVA	8
1.2	OBJETIVO GERAL	8
1.3	OBJETIVO ESPECÍFICO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3	METODOLOGIA	11
3.1	Cronograma	11
3.2	Pesquisa estatística	11
3.3	Construção e componentes da bicicleta	13
3.3.1	Quadro	13
3.3.2	Medições	16
3.3.2.1	Roda dianteira	16
3.3.2.2	Movimento central selado	17
3.4	Pedivela e coroa frontal	19
3.5	Pedal	20
3.6	Eixo pinhão	21
3.7	Cubos	22
3.8	Roda traseira e coroa posterior	23
3.9	Banco, guidom e garfo	23
3.10	Análise dinâmica	24
3.10.1	Relações de engrenagens	24
3.10.2	Propulsão e recuperação	27
3.10.3	Análise de movimento	28
3.11	Especificação dos componentes	28
3.11.1	Componentes e materiais	29
3.11.2	Especificação de rolamentos rosca e parafuso.	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
	REFERÊNCIAS	31
	ANEXO A – TABELAS PADRÕES	33
	ANEXO B – AJUSTE DE FUROS	34
	ANEXO C – AJUSTES DE FUROS	35


1 INTRODUÇÃO

A bicicleta, no contexto atual, tem grande importância na sustentabilidade e mobilidade urbana, pelo fato de ser um meio de transporte sem emissão de gases poluentes, além de ser um transporte alternativo. Atualmente, busca-se implantar novas tecnologias para aumentar a eficiência das bicicletas, no qual há um amplo mercado com diversos modelos e sistemas de transmissões.

Com essa grande procura de desenvolver inovações para tornar as bicicletas mais efetivas, foi realizada uma pesquisa estatística, ~~pelos integrantes do grupo~~, com uma amostra, para obter resultados verdadeiros sobre o posicionamento dos cidadãos em relação as bicicletas.

A partir dessa pesquisa, foram obtidos os resultados, com os dados foi possível adquirir uma solução eficaz na transferência de movimento, pois a mesma apresentou um resultado não satisfatório. Com isso, o projeto proposto pelo grupo é recriar o sistema DrivEn que substitui o sistema da corrente, por um sistema de bicicleta mais limpa, rápida e eficiente, utilizando um eixo de transmissão.

1.1 JUSTIFICATIVA

 O projeto propõe um menor esforço físico para colocar a bicicleta em movimento, e solucionar as insatisfações do consumidor em relação ao desacoplamento da corrente. Segundo a CeramicSpeed, empresa pioneira de novas tecnologias para o projeto de uma bicicleta sem corrente, o sistema DrivEn atinge os 99% de eficiência de acordo com um ciclista gerando 380 Watts de potência, por diminuir 49% dos pontos de atrito.

Em discussão entre os membros do grupo, foi notado que o problema mais comum enfrentado é o desacoplamento da corrente do sistema de transmissão. Para comprovar, foi realizado uma pesquisa de opinião, com as maiores dificuldades encontradas. Assim, verificando então, que é a mesma dificuldade encontrada pelo grupo.

1.2 OBJETIVO GERAL

~~Recriar o~~ sistema DrivEn, modificando o sistema de corrente, ~~no qual é mais complexo~~, por um sistema de eixo, mais prático e eficiente, realizando estudos dos componentes e o funcionamento geral da bicicleta. Assim, podendo modelar o protótipo no Software Inventor.

1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Substituir a corrente por um eixo;
- Evitar o desacoplamento do sistema de transmissão;
- Aumentar a eficiência; *da transmissão do movimento*

*st
entendi*

de bicicleta

- Estudar*
Manter
- Desenvolver um sistema mais prático e acessível; *de transmissão*
para bicicletas
 - Modelar o projeto no Software Inventor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O uso de bicicletas vem se tornando muito comum, um transporte com várias utilizações, seja para o passeio, prática de esportes, ou lazer. As bicicletas são uma influência do estilo de vida europeu, pois foi com a modernização europeia no Brasil que surgiu a chegada das bicicletas, bem como o ciclismo, (SCHETINO, 2014). Há registros históricos sobre sua chegada, onde alguns anúncios de vendas de velocípedes foram publicados em 1860, porém somente em 1890 bicicletas foram importadas de Paris (MELO; SCHETINO, 2009). É difícil de se encontrar uma pessoa que não tem, ou nunca teve uma bicicleta, em vista que a mesma vem se destacando por ser um meio de transporte não poluente, econômico e para fins da prática de atividade física.


As bicicletas mais usadas possuem um sistema de transmissão por corrente, onde a força exercida no pedal, faz com que um eixo entre em movimento, acionando a coroa dentada, que por sua vez ao entrar em movimento aciona a corrente, e consequentemente transmite o movimento da coroa para um pinhão constituído de vários dentes e é responsável pela troca de marchas. (SILVA, 2012). O problema encontrado, é a corrente presente no sistema, no qual costuma frequentemente se desacoplar. 

Figura 1 – Evolução da bicicleta.



Fonte: < www.30tododia.com.br/blogs/respeite-um-carro-a-menos/respeite-um-carro-a-menos/historia-da-bicicleta/ > (Acesso em: 01 nov. 2018)

3 METODOLOGIA



O desenvolvimento do relatório será apresentado a partir dos estudos aprofundados ao sistema de transmissão por eixo, juntamente com a integração das matérias estudadas durante o período.

3.1 CRONOGRAMA

Para melhor organização do trabalho, as atividades foram organizadas em um cronograma de atividades, que foi dividido semanalmente durante os 5 meses de duração do projeto (Tabela 1).

Tabela 1 – Cronograma de atividades.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES - TAI II - 2018																						
Descrição das atividades	Meses																					
	Agosto				Setembro				Outubro				Novembro		Dezembro							
Atividades	06/ago	13/ago	20/ago	27/ago	03/set	10/set	17/set	24/set	01/out	08/out	15/out	22/out	29/out	05/nov	12/nov	19/nov	26/nov	03/dez	10/dez	14/dez	21/dez	
Formação do grupo	■																					
Discussão de ideias sobre temas;	■	■																				
Definição do projeto																						
Ler regulamento TAI			■																			
Elaboração do escopo do projeto				■																		
Conhecer e aprender a manusear o software inventor	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Pesquisas sobre referencial teórico				■	■																	
Montagem do questionário estatístico					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Desenho no Inventor					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Pesquisar sobre os componentes					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Apresentar artigos sobre os temas				■	■																	
Desenvolvimento de relatório	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Revisão Bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Medir os componentes da bicicleta					■	■																
Aplicação de matéria;												■	■	■	■	■						
Ensaio para apresentação parcial							■	■														
Construção dos slides para apresentação parcial;							■	■														
Reunião com os professores;		■	■									■	■	■	■	■						
Montagem do Banner																						
Ensaio para apresentação final																	■	■	■			
Apresentação final do TAI																	■	■	■	■		
Exposição dos banners																					■	■
Entrega do relatório final corrigido																						■

Fonte: Próprios Autores

3.2 PESQUISA ESTATÍSTICA



Para certificar o problema enfrentado com o uso das bicicletas e assim identificar a relevância do projeto, foi realizada uma pesquisa estatística no aplicativo SurveyMonkey com as populações de Arcos, Bambuí e Formiga, porém o questionário virtual realizado obteve apenas 150 respostas, sendo uma amostra muito pequena em relação a quantidade de moradores que

possuem bicicletas nessas cidades. Após discussões do grupo juntamente com a professora Andressa, ficou decidido que uma nova pesquisa seria realizada na Escola Estadual da “Vila Boa Vista”, na qual uma população de 300 alunos do ensino Médio (1º, 2º e 3º anos) responderam o questionário. Para coleta dos dados, foi realizado uma separação, coleta, e análise dos mesmos, onde se obteve o seguinte resultado:

População entrevistada: Escola Estadual da “Vila Boa Vista”, turno da manhã com nove turmas de aproximadamente 40 alunos cada, população total de 360 alunos.

Amostra aleatória: 298 alunos do turno da manhã.

Amostra de interesse: 251 alunos que disseram que usam ou já usaram bicicleta.

Pessoas que disseram que não usam bicicletas: 47.

Pessoas que disseram que usam bicicletas: 251. (Tabela 4)

Total de entrevistados: 298. (Imagem 2)

\hat{p} : Pessoas que acham o sistema de transmissão o problema da bicicleta..

$$\hat{p} = 152 \quad 60,56\%$$

\hat{q} : Pessoas que não acham o sistema de transmissão o problema da bicicleta.

$$\hat{q} = 99 \quad 39,44\%.$$

$$n=251$$

Tabela 2 – Porcentagem de acordo com a quantidade.

Quantidade	Porcentagem	Problemas
17	6,77%	Estrutura
33	12,15%	Pneu
49	19,52%	Frenagem
152	60,56%	Transmissão

Fonte: Próprios autores (2018).

$$\hat{p} = \frac{x}{n} \quad (1)$$

$$\hat{p} = 0,6056 \quad (2)$$

$$\hat{q} = \frac{x}{n} \quad (3)$$

$$\hat{q} = 0,3944 \quad (4)$$

Para um índice de confiança de 95%, de acordo com a tabela da distribuição Z, o valor de $Z(c)$ é de 1,96.

$$E = Zc\sqrt{\frac{\widehat{p}\widehat{q}}{n}} \quad (5)$$

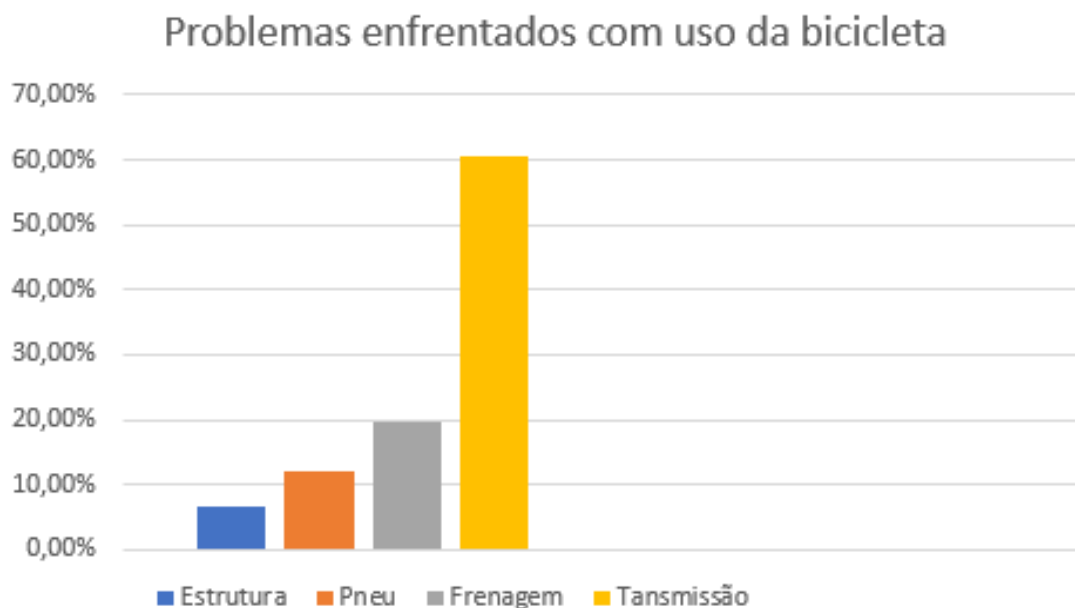
$$E = 0.0605 \quad (6)$$

$$\widehat{p} - E < p < \widehat{p} + E \quad (7)$$

$$0,5451 < p < 0,6661 \quad (8)$$

Com 95% de confiança, pode-se dizer que a população considera que o problema mais comum na bicicleta é o sistema de transmissão, no qual o intervalo está entre 54,51% e 66,61%.

Figura 2 – Porcentagem dos problemas enfrentados.



Fonte: Próprios autores (2018).

3.3 CONSTRUÇÃO E COMPONENTES DA BICICLETA



Verificando o desacoplamento da corrente, foi iniciado a construção do projeto da bicicleta sem corrente, baseando-se em estruturas convencionais vendidas no mercado.

3.3.1 Quadro

Q quadro é mto
~~Iniciando pelo quadro, o qual~~ tem a função de ser à estrutura suporte de todas as outras peças, além de fornecer o máximo de conforto e estabilidade. De acordo com a média das

alturas, com a pesquisa realizada na Escola Estadual da Vila Boa Vista, foi possível adquirir a média das alturas dos estudantes, com base em uma pergunta realizada no questionário. A altura que melhor representa os alunos é de 1,60 a 1,70 sendo 34,3% dos alunos (Tabela 3).

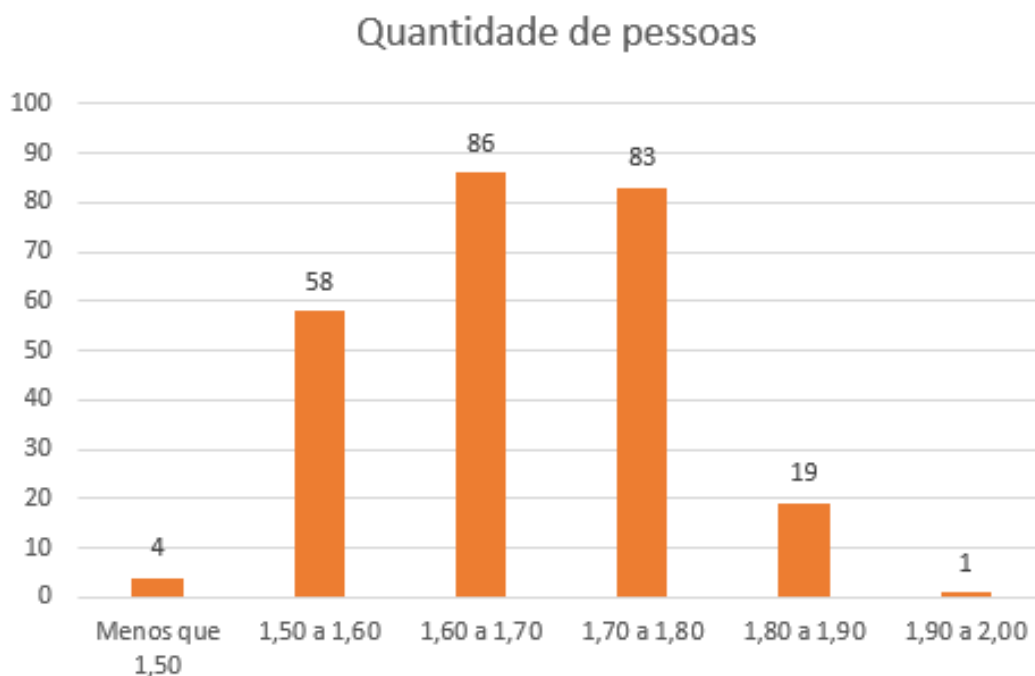
Tabela 3 – Média altura.

MEDIDAS	QUANTIDADE DE PESSOAS	MÉDIA
Menos que 1,50	4	0,016
1,50 a 1,60	58	0,231
1,60 a 1,70	86	0,343
1,70 a 1,80	83	0,331
1,80 a 1,90	19	0,076
1,90 a 2,00	1	0,004

Fonte: Próprios autores (2018).

Os valores adquiridos foram plotados para melhor representar os valores (Figura 9), onde o eixo x representa a altura respondida e eixo y representa a quantidade de respostas. Os valores obtidos condizem com os dados da BBC (British Broadcasting Corporation), no qual informa que a altura entre o homem e a mulher brasileira é em média de 1,665 m.

Figura 3 – Grafico da quantidade de pessoas e altura.



Fonte: Próprios autores (2018).

Com esses dados analisados, foi possível verificar através de uma tabela disponibilizada pela Trek Bicycle store, qual o tamanho do quadro que se deve ^{Usar} ~~usa~~, como mostra a Tabela 3. O tamanho escolhido de acordo com os dados da pesquisa foi o quadro de tamanho 17.

Tabela 4 – Tamanho do quadro proporcional a altura.

Altura Média do Ciclista (m)	Tamanho de quadro
1,50 a 1,60	14 ou 15
1,60 a 1,70	16 ou 17
1,80 a 1,90	18
1,90 a 2,00	19 ou 20

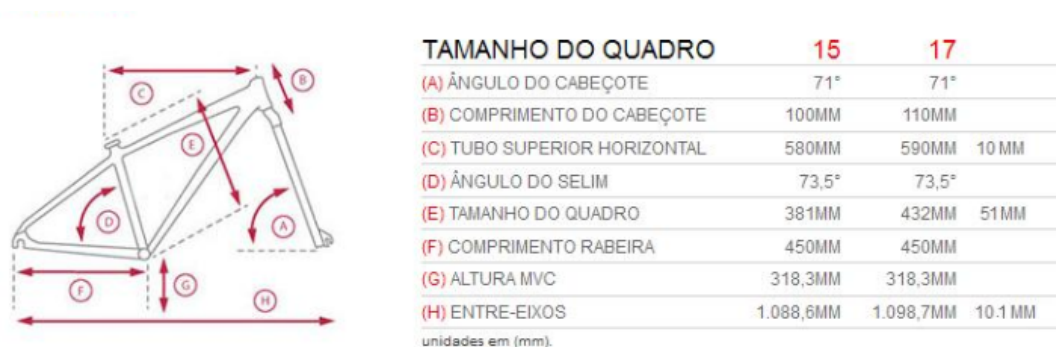
Fonte: <www.tuttobike.com.br/tabela> (Acesso em: 25 set. 2018).

modelo foi

O ~~protótipo será~~ montado em um quadro aro 29", pois segundo a Ciclismo Expert, as rodas são maiores, em relação aos outros tamanhos de quadros disponíveis no mercado, ficando mais acessível passar sobre obstáculos. Rodas com diâmetros mais extensos oferecem também uma maior área de contato com o solo, o que ajuda nas curvas, na frenagem e na tração em terrenos difíceis. Assim, definido o aro e o tamanho, deu início o dimensionamento dos outros componentes do quadro.

Os valores utilizados na medição do quadro foram embasados no tipo tradicional (Figura 4), no qual usa o sistema de corrente como transmissão de movimento.

Figura 4 – Dimensionamento do quadro.



Fonte: <www.ativo.com/bike/papo-de-pedal/geometria-da-bike-entenda-desenho-quadro/> (Acesso em: 25 set. 2018).

Porém, como o sistema DrivEn não utiliza o cassete, com as velocidades crescente (engrenagens) na horizontal, pode-se dizer assim, que a distância entre as duas rabeiras ficou menor, pelo fato do cassete ter sentido crescente na vertical e o projeto ainda não possuir um sistema de frenagem, além do quadro possuir outro componente, embaixo do tubo de sustentação, que é usado como suporte para o eixo dos pinhões (Figura 5).

Figura 5 – Quadro modelado.



Fonte: Próprios autores (2018).

3.3.2 Medições

Utilizando um paquímetro digital da marca Mitutoyo, com comprimento máximo de 150mm, resolução 0,01mm, e uma trena da marca Lufkin, com comprimento máximo de 5m, resolução de 1mm, como instrumentos de medições, e uma bicicleta aro 29", como mensurando, foram realizadas as medições necessárias para o desenvolvimento do projeto.

Os tamanhos definidos resultaram de medições individuais e posteriormente realizada a média de cada cota, podendo assim calcular o desvio padrão e o coeficiente de variação para encontrar a precisão das medidas de acordo com as tabelas padrão 12 e 13.

3.3.2.1 Roda dianteira

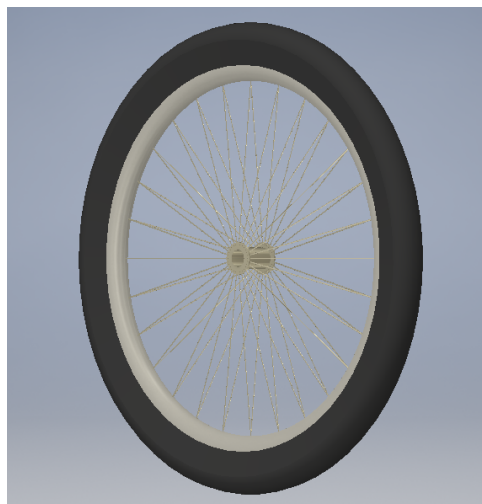
Para definir o tamanho da roda, foi realizado as medições em uma bicicleta aro 29" e posteriormente esses valores serviram de base para a modelagem da roda viável ao projeto (Figura 6).

Tabela 5 – Dimensionamento da roda.

Dimensionamento da roda em mm						
	Média	Desvio Padrão	CV	% de CV	Índice de CV	Precisão
Diâmetro A	28	0,2893959	0	1,034	Baixo	Ótima
Diâmetro B	52	0,7558108	0,015	1,45348	Baixo	Ótima
Diâmetro C	56	0,5442885	0,01	0,97194	Baixo	Ótima
Diâmetro D	610	1,6477257	0,003	0,27012	Baixo	Ótima
Diâmetro E	745	14,071247	0,019	1,88876	Baixo	Ótima
Comprimento F	55	0,4568917	0,008	0,83071	Baixo	Ótima
Comprimento G	58	0,6451744	0,011	1,11237	Baixo	Ótima

Fonte: Próprios autores (2018).

Figura 6 – Modelagem da roda.



Fonte:Próprios autores (2018).

3.3.2.2 Movimento central selado

O movimento central é um componente do eixo transmissor que permite o movimento rotacional do pedivela, posicionado na parte inferior do quadro denominado tubo da caixa de centro, localizado na junção entre o tubo inferior e o tubo selim. A peça necessita de resistir aos desgastes e impactos quando a bicicleta está em uso, assim, o mesmo é rígido e não sofre deformação. Utilizando como base um movimento central selado tradicional, rosqueado (threaded), foram feitas a medidas do mesmo, como mostra as tabelas seguintes, que posteriormente foram modificadas para atender as necessidades do projeto (Figura 7).

Tabela 6 – Dimensionamento do eixo do movimento central selado.

Eixo do Movimento Central em milímetros						
	Média	Desvio padrão	CV	% de CV	Índice de CV	Precisão
Comprimento A	116	0,1457738	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento B	40	0,07905694	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento C	9,2	0,14142136	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento D	5,8	0,07905694	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento E	23,95	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento F	22	0,12247449	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento G	2	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Diâmetro H	10	0,07071068	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Diâmetro I	7	0,07071068	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento J	13,4	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima

Fonte:Próprios autores (2018).

Tabela 7 – Dimensionamento da capa superior do movimento central.

Capa do Rolamento do Movimento Central em milímetros						
	Média	Desvio padrão	CV	% de CV	Índice de CV	Precisão
Comprimento A	11,8	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento B	2,5	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento C	9,2	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Diâmetro D	31,7	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Diâmetro E	31,2	0,07071068	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Diâmetro F	22,51	0,0324037	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento G	2,6	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento H	37,51	0,02828427	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento I	1,27	0,04949747	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Rosca J	0,5	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima

Fonte:Próprios autores (2018).

Tabela 8 – Dimensionamento dos rolamentos do movimento central.

Rolamentos do Movimento Central em milímetros						
	Média	Desvio padrão	CV	% de CV	Índice de CV	Precisão
Diâmetro A	31	0,06123724	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Diâmetro B	16,5	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento C	4,25	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento D	1,5	0,07905694	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento E	1,5	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Largura F	9	0,06123724	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Diâmetro G	5,9	0,07071068	0,001	0,1	Baixo	Ótima

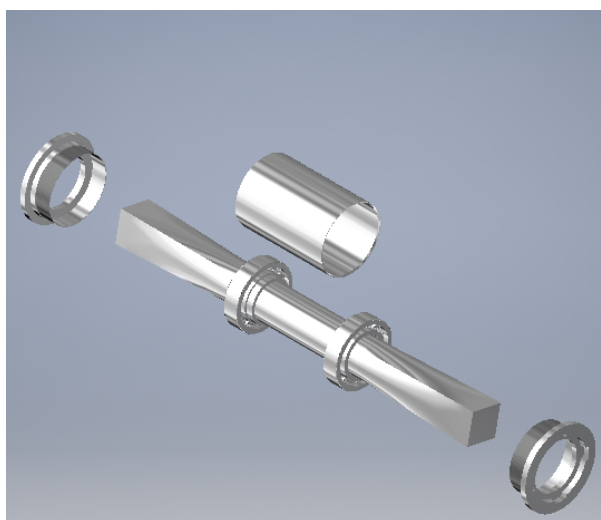
Fonte:Próprios autores (2018).

Tabela 9 – Dimensionamento das capas dos rolamentos do movimento central.

Capa do Rolamento do Movimento Central em milímetros						
	Média	Desvio padrão	CV	% de CV	Índice de CV	Precisão
Comprimento A	11,8	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento B	2,5	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento C	9,2	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Diâmetro D	31,7	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Diâmetro E	31,2	0,07071068	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Diâmetro F	22,51	0,0324037	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento G	2,6	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento H	37,51	0,02828427	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Comprimento I	1,27	0,04949747	0,001	0,1	Baixo	Ótima
Rosca J	0,5	0,03535534	0,001	0,1	Baixo	Ótima

Fonte:Próprios autores (2018).

Figura 7 – Movimento central selado.

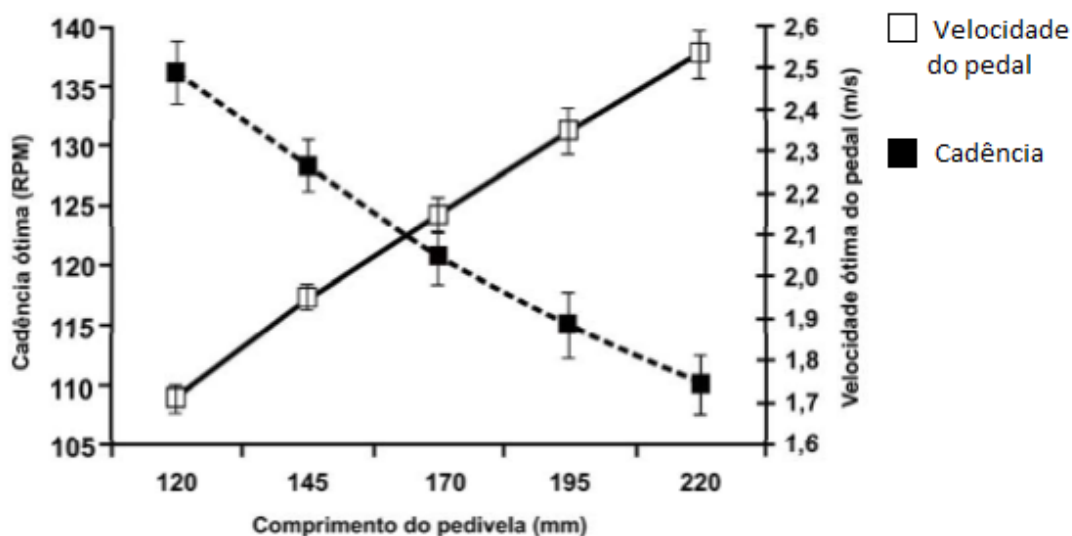


Fonte:Próprios autores (2018).

3.4 PEDIVELA E COROA FRONTAL

Pedivela é o par de braços que gira a coroa frontal, transferindo a força das pernas do ciclista para a transmissão, segundo Coogan (1981) e obedecendo a fórmula do torque, quanto maior o tamanho do pedivela, menor é a aplicação de força sobre o pedal para gerar a mesma potência, em comparação com um pedivela mais curto. Porém, um pedivela comprido tem um pico de torque instantâneo e sua potência média diminui pelo fato de a cadência ser menor, como mostra (Figura 8).

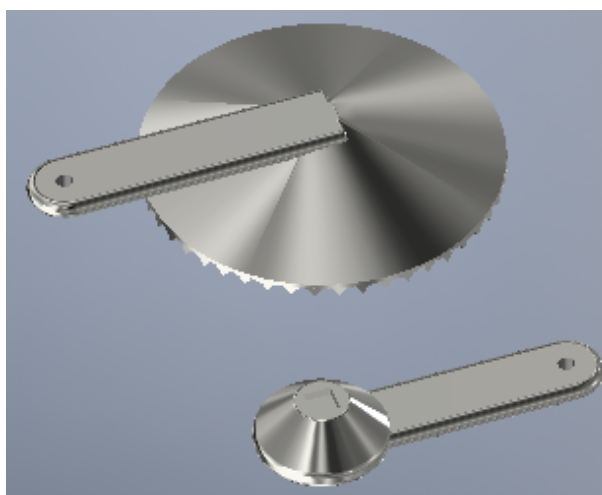
Figura 8 – Cadência de acordo com o comprimento do pedivela.



Fonte: < www.redalyc.org/html/930/93012727005/ > (Acesso em: 20 nov. 2018).

Nesse sentido, para se obter uma cadência e uma velocidade média, optou-se por um pedivela de 160 mm de comprimento, montado em cima de uma engrenagem de dentes à 90 graus, responsável por ser a coroa frontal, tendo o diâmetro externo de 192mm e 48 dentes de 5,5mm de altura e raio de 5,005mm. Já a geometria da peça foi construída para ter uma maior área de contato e ter um visual moderno,(Figura 9).

Figura 9 – Modelagem do pedivela.



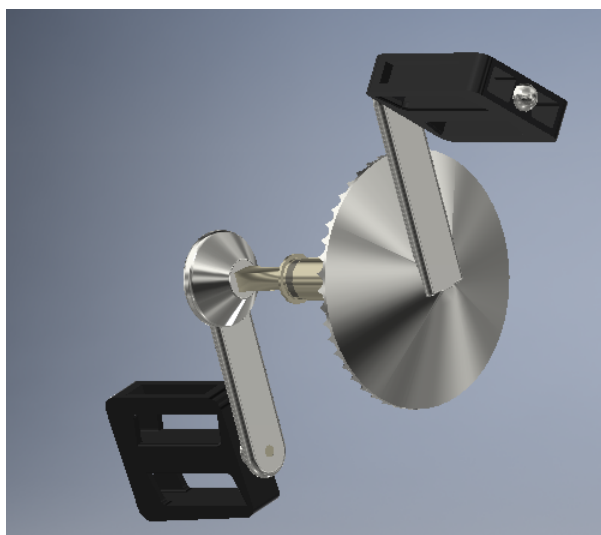
Fonte:Próprios autores (2018).

3.5 PEDAL

O pedal é a componente da bicicleta pelo qual gera propulsão a cada pedalada, contendo dois tipos: plataforma ou flat, onde seu tamanho esta relacionado com o contato aos

pés, oferecendo maior conforto, além de proporcionar segurança. Os pedais necessitam serem extremamente resistentes e fortes, pois normalmente são utilizados para esportes e passeios, desse modo, o modelo do projeto considerou como corpos rígidos que não sofrem deformações. Utilizando um pedal de bicicletas tradicionais como base de dimensões e modelo, foi desenvolvido um viável ao projeto (Figura 10).

Figura 10 – Modelagem do pedal fixado ao pedivela.



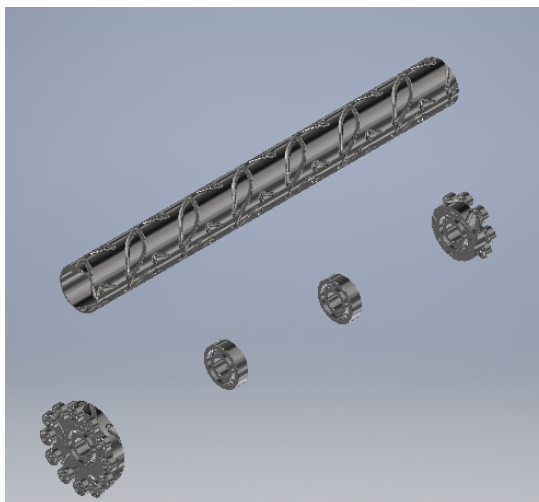
Fonte:Próprios autores (2018).

3.6 EIXO PINHÃO

O eixo pinhão é um sistema com a função de transmitir potência à roda traseira por meio dos processos de rotação e torque. O eixo leva esse nome porque está ligado a uma engrenagem conhecida como pinhão, que se trata de uma engrenagem menor ligada à uma engrenagem maior por meio de um eixo oco preso ao tubo suporte inferior do quadro, onde a maior é interligada a coroa frontal e a menor conectada a engrenagem da roda traseira. O eixo tem 286,5mm de comprimento, a engrenagem menor com 34,99mm de diâmetro e 8 rolamentos na extremidade, já o pinhão maior tem 50,99mm de diâmetro e 12 rolamentos na extremidade, sendo os rolamentos com 5mm de raio.

Em geral, o eixo pinhão é empregado para promover a redução da velocidade, aumentando o torque, porém foi utilizado o sistema inverso, onde o torque é subtraído e a velocidade aumentada, para uma maior eficiência da bicicleta considerando a mesma na reta e com uma velocidade final constante de 25km/h ou 6,94m/s (Figura 11).

Figura 11 – Modelagem do eixo pinhão.

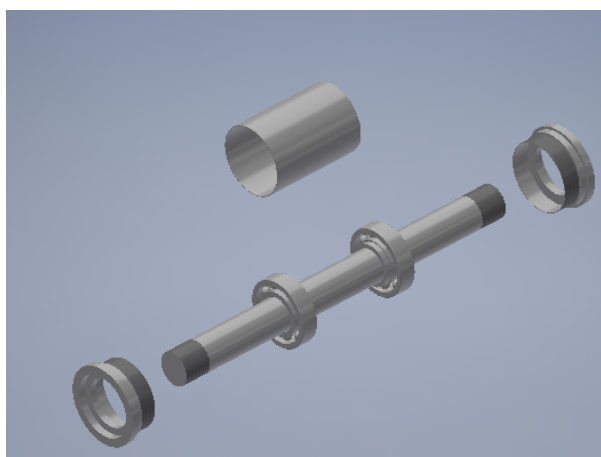


Fonte:Próprios autores (2018).

3.7 CUBOS

O cubo traseiro realiza a transmissão da força resultante ao eixo pinhão, a qual é exercida pelo ciclista, para as rodas de tração, ou seja, o cubo de roda é responsável por colocar a bicicleta em movimento. Já o cubo dianteiro é responsável por colocar a roda dianteira em atividade de acordo com a roda traseira. Entretanto, elas são peças contendo inúmeros componentes que não são necessários, como o macaquinho, encarregado pelo movimento em falso do cassete quando o ciclista pedala ao contrário, e um sistema de frenagem. Com isso, o grupo decidiu utilizar movimentos centrais tanto na dianteira quanto na traseira (Figura 12), assim como o movimento central que está interligado ao pedivela, porém com as modificações necessária ao encaixe de cada roda do projeto, pois são peças de fácil modelagem e tem a função de girar a roda segundo os movimentos do ciclista exercido no pedal.

Figura 12 – Modelagem dos movimentos centrais traseiro/dianteiro (cubos).



Fonte:Próprios autores (2018).

3.8 RODA TRASEIRA E COROA POSTERIOR

Utilizando as mesmas medidas da roda dianteira, pode-se modelar a roda traseira(Figura 13), entretanto, pelo fato da mesma não estar interligada a um cubo tradicional, não apresenta um sistema complexo, e com isso, a coroa posterior foi fixada a roda, possuindo 96mm de diâmetro, 24 dentes à 90 graus de 5,5mm de altura e raio de 5,005mm.

Figura 13 – Modelagem da coroa posterior fixada a roda traseira.



Fonte:Próprios autores (2018).

3.9 BANCO, GUIDOM E GARFO

Componentes da bicicleta como o guidom, garfo e banco são partes importantes, no entanto para este projeto não serão aprofundadas, pois o foco do mesmo é um método alternativo de sistema de transmissão da bicicleta. Mesmo assim essas peças foram modeladas no Software Inventor e consideradas como objetos que não sofrem deformações(Figura 14). Para a modelagem da mesma foram feitas medições utilizando trena e paquímetro para ter um aspecto visual mais próximo ao real. A justificativa da modelagem seria para dar um aspecto mais completo e embelezar o projeto, além de enriquece-lo, porém não foram atribuídos movimento a essas peças.

Figura 14 – Modelagem do guidom, banco e garfo fixados ao quadro.



Fonte:Próprios autores (2018).

3.10 ANÁLISE DINÂMICA

Segundo a empresa Ceramicspeed, o sistema reduziu em 49% o atrito da bicicleta comparado com os líderes de mercado, pois o projeto de acionamento do eixo elimina o atrito de deslizamento quase inteiramente, assim, o atrito das peças são desconsideradas para os cálculos seguintes, pois há apenas o rolamento das mesmas. Fazendo com que a eficiência do sistema DrivEn atinge os 99% com um ciclista gerando 380 Watts de potência.

3.10.1 Relações de engrenagens

Considerando a massa da bicicleta sendo de 26kg e uma pessoa sentada com massa de 70kg, obtém-se uma massa total de 96kg. Sabendo que o centro de massa da bicicleta, segundo o Software Inventor, está situado no ponto P $(-238, 669\hat{i}; -280, 711\hat{j}; -65, 137\hat{k})$, dessa maneira considerando que 60% da massa total está apoiada a roda traseira, a gravidade sendo $9,81\text{m/s}^2$, e o atrito estático do pneu com a superfície, sendo o asfalto plano, é de 0,017, resultou-se em uma força de atrito de 9,6N, utilizando a fórmula 7.

$$F_{AT} = \mu_E \cdot N \quad (9)$$

A bicicleta partiu do repouso e chegou a uma velocidade final de 6,94m/s, desconsiderando a resistência do ar e considerando apenas a velocidade final que é constante, a força de atrito deve ser igual a força de impulso. Assim, a força tangencial a roda traseira é de 9,6N.

$$F_{AT} = F_I \quad (10)$$

O raio da roda traseira é de 0,345m, desse modo a velocidade angular da roda é 20,12rad/s, utilizando a fórmula 9.

$$V = \omega \cdot R \quad (11)$$

Como a coroa posterior está fixada a roda, elas tem relações axiais, ou seja, giram fixas ao redor do mesmo eixo, sendo assim a velocidade angular da engrenagem também é de 20,12rad/s, porém a velocidade linear é menor, portanto, a velocidade linear da engrenagem é de 0,97m/s, seguindo a fórmula 13, sendo que seu raio é de 0,048m. Já o torque resultante no eixo da roda é de 3,31N.m, seguindo a fórmula 10.

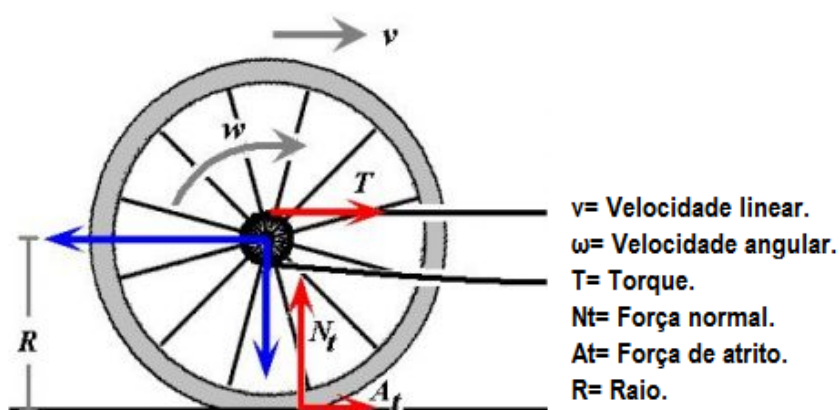
$$T = F.d \quad (12)$$

O torque resultante do eixo da roda deve ser o mesmo do eixo da coroa posterior, com isso a força tangencial à coroa posterior é de 68,96N, seguindo as fórmulas 11 e 12, pelo fato da engrenagem ter 0,048m.

$$T_1 = T_2 \quad (13)$$

$$F_1.R_1 = F_2.R_2 \quad (14)$$

Figura 15 – Diagram de corpo livre da roda traseira.



Fonte: < www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=qual-a-razao-de-a-orientacao-da-forca-de-atrito-com-a-pista-de-rolamento-poder-ser-diferente-nas-duas-rodas-de-uma-bicicleta > (Acesso em: 23 nov. 2018).

Tendo a velocidade linear, a velocidade angular e o torque na coroa posterior e sabendo que possui 24 dentes, pode-se então calcular as mesmas forças no pinhão menor que possui 8 rolamentos e uma relação pinhão-engrenagem de 3:1. Iniciando pela velocidade linear, o pinhão menor tem a mesma velocidade que a coroa de 0,97m/s, por não estarem no mesmo eixo de rotação. Já a velocidade angular é 60,36rad/s utilizando a fórmula 13. O torque resultante no pinhão menor é de 1,1N.m. segundo a fórmula 14 e a força tangencial é de 52,38N de acordo com a fórmula 10.

$$\omega_1.Z_1 = \omega_2.Z_2 \quad (15)$$

$$\omega_1.T_1 = \omega_2.T_2 \quad (16)$$

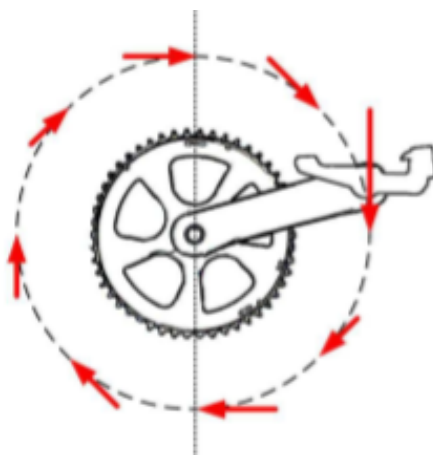
O pinhão menor é interligado ao pinhão maior pelo eixo dos pinhões, desse modo são axiais, onde a velocidade angular é a mesma aos dois, ou seja, o pinhão maior tem velocidade angular de 60,36rad/s e velocidade linear altera para 1,34m/s, segundo a fórmula 15, sendo que o raio do pinhão menor é de 0,021m e o raio do pinhão maior é de 0,029m. Já o torque ao eixo pinhão deve ser o mesmo de 1,1N.m, assim a força tangencial ao pinhão maior é de 37,93N, seguindo a fórmula 10.

$$V_1.R_2 = V_2.R_1 \quad (17)$$

O eixo pinhão faz 90 graus com a coroa frontal, sendo que o pinhão maior tem 12 rolamentos e faz o encaixe a engrenagem de 48 dentes, ou seja, apresenta uma relação coroa-pinhão de 4:1. Dessa maneira, a velocidade linear aos dois componentes é a mesma, assim a velocidade linear da coroa frontal é de 1,34m/s. A velocidade angular altera para 15,09rad/s, segundo a fórmula 13. Já o torque na coroa frontal é de 4,4N.m de acordo com a tabela 18 e a força tangencial é de 45,83N de acordo com a fórmula 10, pelo fato da engrenagem ter o raio de 0,096m.

A coroa frontal é interligada ao pedivela pelo eixo do movimento central, desse modo são axiais como mostra a figura 16, onde a velocidade angular é a mesma as duas, ou seja, o pedivela tem velocidade angular de 15,09rad/s e velocidade linear altera para 1,88m/s, segundo a fórmula 15, sendo que o raio da coroa frontal é de 0,096m e o raio do pedivela é de 0,135m. Já o torque do eixo, no caso o movimento central, deve ser o mesmo de 4,4N.m, assim a força tangencial (F) ao pedivela é de 32,59N, seguindo a fórmula 10.

Figura 16 – Forças tangente ao pedivela fixado à coroa frontal.



3.10.2 Propulsão e recuperação

A força (F) que o ciclista aplica no pedal durante a pedalada produz propulsão à bicicleta, essa força deve ser constante de 32,59N para que tenha uma velocidade constante de 6,94m/s, desconsiderando o atrito, resistência do ar e impulso, na roda traseira, a qual é responsável por dar movimento ao corpo, de acordo com a seção 3.10.1.

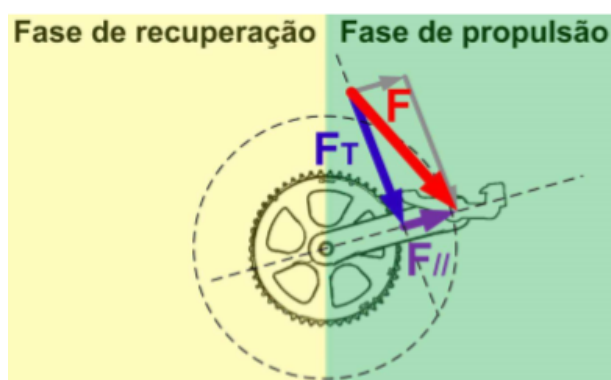
Figura 17 – Força aplicada pelo ciclista no pedal.



Fonte: < bicycling.com.br/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/bike-fit-3.jpg > (Acesso em: 25 nov. 2018).

Porém, essa força só é aplicada durante a propulsão, fase de descida do pedal, e é nula na fase de recuperação, fase de subida do pedal. Além de parte dela ser desperdiçada em maior ou menor magnitude durante a pedalada em dependência do nível da habilidade que o ciclista utiliza seus membros inferiores para realizar a propulsão da bicicleta. Com isso, quanto mais o pé do ciclista pesar na fase de recuperação, mais é prejudicada a técnica de pedalada, devido ao fato de que se elimina parte da força gerada na fase de propulsão.

Figura 18 – Fase de propulsão e recuperação do pedal.



Fonte: < 000825577.pdf > (Acesso em: 23 nov. 2018).

3.10.3 Análise de movimento

Para encontrar a aceleração da bicicleta, quando ela partiu do repouso e chegou a uma velocidade final constante, utilizou-se 6,94m/s em um tempo de 15s. Para adquirir esse valor, os integrantes do grupo utilizaram uma bicicleta e uma motocicleta, onde um integrante pilotou a motocicleta, e outro pedalou até atingir a mesma velocidade, ficando constante a 6,94m/s. O método foi repetido por oito vezes, sendo duas vezes cada integrante. Logo após, foi realizada a média. Foram utilizados os dados da roda traseira para os cálculos, no qual a mesma tem o raio de 0,345m e velocidade angular de 20,12rad/s, assim a aceleração tangencial (a_t) é de 0,46m/s², de acordo com a fórmula 20. Já a aceleração centrípeta (a_c) é de 139,66m/s², segundo a fórmula 21. Portanto, a aceleração resultante (a_r) é de 140,12m/s², seguindo a fórmula 22.

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (18)$$

$$a_c = \omega^2 \cdot R \quad (19)$$

$$a_r = a_t + a_c \quad (20)$$

Sabendo a aceleração tangencial e o raio citado acima foi encontrado a aceleração angular de 1,33rad/s², conforme a fórmula 23.

$$a_t = \alpha \cdot R \quad (21)$$

O momento de inércia (I) em cada eixo foi encontrado pelo Software Inventor, onde o $I = (5, 5 \cdot 10^{-5} \hat{j}; 2, 29 \hat{k}) kg \cdot m^2$, o mesmo utiliza a fórmula 24 como base dos cálculos. Assim, sabendo também que a aceleração angular é 1,33rad/s², encontrou - se o torque existente na bicicleta de $T = (7, 33 \cdot 10^{-5} \hat{j}; 3, 05 \hat{k}) N \cdot m$, sendo calculado pela fórmula 25. Quando a mesma sai de uma velocidade inicial de 0 e atinge a velocidade final de 6,94m/s. Deste modo, a bicicleta atinge uma velocidade constante, cujo a aceleração é nula, não existindo trabalho.

$$I = \int r^2 \cdot dm \quad (22)$$

$$t_{extres} = I \cdot \alpha \quad (23)$$

3.11 ESPECIFICAÇÃO DOS COMPONENTES

Nas tabelas a seguir é possível identificar as peças, seus materiais, suas especificações e onde são instaladas.

3.11.1 Componentes e materiais

A tabela a seguir especifica o componente e de qual material ele é constituído.

Tabela 10 – Peças e materiais.

Peça	Material
Quadro	CFRP (Fibra de carbono)
Banco	Borracha
Garfo	Alumínio 6061
Guidom	Alumínio 6061
Punhal do guidom	Borracha
Pneus	Borracha
Rodas	Alumínio 6061
Pedivela	Alumínio 6061
Coroa frontal e posterior	Alumínio 6061
Movimento central selado	Alumínio 6061
Movimento central dianteiro e traseiro (cubos)	Alumínio 6061
Pinhões	Alumínio 6061
Encaixe do banco	Alumínio 6061
Engrenagem menor	Alumínio 6061
Pedais	Poliestireno de alto impacto
Eixo pinhão	Alumínio 6061
Rolamentos	Alumínio 6061
Roscas	Alumínio 6061
Parafusos	Alumínio 6061

Fonte: Próprios autores (2018).

3.11.2 Especificação de rolamentos rosca e parafuso.

Atabela a seguir mostra a especificação das roscas, parafusos e rolamentos utilizados no projeto.

Tabela 11 – Componentes, especificações e instalação.

Componente	Especificação.	Instalação
ROLAMENTO	KS B 2023 6001-12x28x8	Engrenagem menor, eixo dos pinhões, pinhão maior, pinhão menor.
ROLAMENTO	KS B 2023 6901-12x24x6	Movimento central dianteiro e traseiro.
ROLAMENTO	KS B 2023 699-9x20x6	Pedais.
ROLAMENTO	KS B 2023 6903-17x30x7	Movimento central.
ROLAMENTO	CSN 024630 SKF SKF 61806	Garfo.
ROLAMENTO	KS B 2023 623 3x10X4	Pinhão maior e pinhão menor.
ROSCA	CSN EN 24034 M12	Selar as rodas no quadro.
ROSCA	BS 4183-Métrica M5	Encaixe para o banco.
PARAFUSO	NF E 25-127 M5	Encaixe para o banco.

Fonte: Próprios autores (2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

estudar

O projeto teve como objetivo principal buscar soluções de problemas que fossem relevantes na sociedade, com isso surgiu a ideia de recriar o sistema Driven, cujo o mesmo modifica o sistema de transmissão por corrente das bicicletas tradicionais, por um sistema de transmissão por eixo, sendo mais eficiente, além de reduzir drasticamente o atrito das peças em movimento. Posteriormente as peças foram modeladas no Software Inventor para uma maior perspectiva do projeto.

O desenvolvimento possibilitou a todos os integrantes uma maior coesão das disciplinas estudadas, visto que foi realizado um estudo integrado das mesmas ao projeto e conciliando a teoria com a prática. Além disso, devido as limitações de matérias no semestre, deparou-se com cálculos nos quais não se pôde aprofundar, por não obter o conhecimento necessários das matérias nas quais estão na grade do semestre seguinte, porém o objetivo do projeto foi concluído.

Pode-se dizer também, que no decorrer das atividades estabelecidas pelo cronograma e o estudo aprofundado do sistema, serviram de maior experiências tanto para a vida acadêmica, quanto para a vida profissional.

A maior dificuldade encontrada no projeto, foi ter embasamento em artigo científico, visto que não há poucos disponíveis, pois a bicicleta da CeramicSpeed é apenas um protótipo, que ainda não está no mercado.

Figura 19 – Modelagem final do projeto.



Fonte: Os próprios autores (2018).

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A. M. D.; BINI, R. R.; MATIAS, K. F. d. S.; DIEFENTHAELER, F.; CARPES, F. P. et al. Influência do comprimento do pedivela no desempenho de ciclistas. **Brazilian Journal of Biomotricity**, Universidade Iguazu, v. 4, n. 1, 2010.
- ANDRADE, M. S. A. S. de. Elementos orgânicos de máquinas ii at-102. 2014.
- BUDYNAS, R. G.; MISCHKE, C. R.; SHIGLEY, J. E. **Projeto de Engenharia Mecânica, 7ª edição**. [S.l.]: Porto Alegre: Bookman, 2005.
- CAPIVARA, EDU. **QUAL O TAMANHO DO MEU QUADRO?** Disponível em: <http://www.pedaleria.com.br/qual-o-tamanho-meu-quadro/>. Acesso em: 13 set. 2018.
- CERAMICSPEED. **A revolutionary drivetrain concept that sets new standards in efficiency and eliminates the need for derailleurs and chains**. Disponível em: <https://www.ceramicspeed.com/en/driven/>. Acesso em: 27 out. 2018.
- DA SILVA DANTAS, ALAN CHRISTIE. **Engrenagens Cilíndricas de Dentes Retos**. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~alan.dantas/disciplinas/Elementos2/Engrenagensretas.pdf/>. Acesso em: 04 set. 2018.
- DE FARIA, JOSE ANGELO. **Relação entre velocidades e frequências em sistemas de engrenagens e roldanas acopladas**. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=23514/>. Acesso em: 01 ago. 2018.
- DOS SANTOS JÚNIO, AUTELIANO ANTUNES. **Engrenagens Cilíndricas de Dentes Retos**. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~lafer/em718/arquivos/engrenagens_cilindricas_dentes_retos.pdf/>. Acesso em: 08 out. 2018.
- EASYMEC. **ELEMENTOS de Máquinas/Engrenagens/ Dimensões engrenagem [De-z]**. Disponível em: <http://www.easymec.net/Default.aspx?app=20/>. Acesso em: 04 set. 2018.
- ESCOLADEBICICLETA. **A BICICLETA - Geometria e medidas das peças da bicicleta**. Disponível em: <http://www.escoladebicicleta.com.br/geometriaii.html/>. Acesso em: 04 out. 2018.
- FERRAZ NETTO, LUIZ. **Máquinas Simples**. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06_RE05.asp/>. Acesso em: 28 ago. 2018.
- FLORES, P.; GOMES, J. M. R. Cinemática e dinâmica de engrenagens-3. engrenagens cilíndricas de dentes inclinados. **Cinemática e dinâmica de engrenagens. 3-engrenagens cilíndricas de dentes inclinados**, Universidade do Minho. Escola de Engenharia (EEng), p. 1-36, 2014.
- LAZZARI, C. D. Desenvolvimento e estudo de uma plataforma biomecânica 2d aplicada ao ciclismo. 2010.
- MELO, V. A. de; SCHETINO, A. A bicicleta, o ciclismo e as mulheres na transição dos séculos XIX e XX. **Estudos Feministas**, SciELO Brasil, v. 17, n. 1, p. 111, 2009.
- NSK. **NSK-ROLAMENTOS**. Disponível em: <http://www.primorolamentos.com.br/catalogos/nsk/Catalogo_Geral.PDF/>. Acesso em: 18 out. 2018.
- NSK. **NSK-ROLAMENTOS**. Disponível em: <http://www.nsk.com.br/upload/file/Cat%C3%A1logo%20Geral%20NSK(1).pdf/>. Acesso em: 18 out. 2018.

RAMOS, ANDRÉ. **O que é, para que serve e como funciona o movimento central.** Disponível em: <<http://www.mtbbrasil.com.br/2014/03/22/o-que-e-o-movimento-central/>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

RED BULL. **A BIKE que pode mudar o ciclismo para sempre.** Disponível em: <<http://www.redbull.com/br-pt/ceramicspeed-driven-entrevista-a-ben-powell/>>. Acesso em: 18 out. 2018.

RIBEIRO, A. C.; PERES, M. P.; IZIDORO, N. Curso de desenho técnico e autocad. **São Paulo**, 2013.

SCHETINO, A. M. **Pedalando na modernidade: A bicicleta e o ciclismo na transição dos séculos XIX para o XX.** [S.l.]: Moreira Dias Editora LTDA, 2014.

SHIGLEY, J. E. **Elementos de máquinas.** [S.l.]: Livros Técnicos e Científicos, 1984. v. 1.

SILVA, A. D. d. M. M.; FERREIRA, A. D. B. L.; COSTA, M. I. M.; ABREU, S. A. C. Análise estrutural do quadro de uma bicicleta. 2014.

SILVA, R. J. P. da. Mobilidade urbana: a bicicleta como meio de transporte diário. 2012.

ANEXO A – Tabelas padrões

I) Classificação segundo Pimentel Gomes (1985), baseada em ensaios agrícolas.

Tabela 12 – Tabela padrão do coeficiente de variância de acordo com faixa.

Faixa	cv	dispersão
menor ou igual a 10%	baixo	baixa dispersão dos dados
entre 10% e 20%	médio	média dispersão dos dados
entre 20% e 30%	alto	alta dispersão dos dados
maior do que 30%	muito alto	dispersão dos dados muito alta

Fonte: < www.ufscar.br/jcfogo/EACH/Arquivos/ClassifCV.pdf > (Acessoem : 10nov.2018).

II) Classificação segundo Ferreira, F.V. (1991), Estatística Experimental Aplicada à Agronomia, classifica com respeito à precisão do processo.





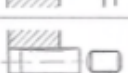

Tabela 13 – Tabela padrão da precisão de acordo com faixa.

Faixa	precisão	cv
entre 10% e 15%	ótima	baixo
entre 15% e 20%	boa	médio
entre 20% e 30%	regular	alto
maior do que 30%	muito ruim (ou péssima)	muito alto

Fonte: < www.ufscar.br/jcfogo/EACH/Arquivos/ClassifCV.pdf > (Acessoem : 10nov.2018).

ANEXO B – Ajuste de furos

Figura 20 – Tabela para aplicação de ajustes - Sistema ISO Furo-Base.

	TIPO	EXEMPLO	AJUSTE	APLICAÇÃO
PEÇAS MÓVEIS (Uma em relação à outra)	Rotativo		H7/f7	Peças que giram ou deslizam com boa lubrificação. <i>Exemplos: eixos, mancais etc.</i>
	Deslizante		H7/g6	Peças que giram ou deslizam com grande precisão. <i>Exemplos: anéis de rolamento, corrediças etc.</i>
	Deslizante justo		H7/h6	Encaixes fixos de precisão, órgãos lubrificados deslocáveis à mão. <i>Exemplos: punções, guias etc.</i>
PEÇAS FIXAS (Uma em relação à outra)	Aderente forçado leve		H7/j6	Órgãos que necessitam de frequentes desmontagens. <i>Exemplos: polias, engrenagens, rolamentos etc.</i>
	Forçado duro		H7/n6	Órgãos passíveis de montagem e desmontagem sem deterioração das peças. <i>Exemplos: eixos de motores e rodas dentadas.</i>
	À pressão com esforço		H7/s6	Peças impossíveis de serem desmontadas sem deterioração. <i>Exemplo: buchas à pressão etc.</i>

Fonte: Curso de desenho técnico e Autocad, Antônio Clélio Ribeiro, PEARSON, Pág. 123.

ANEXO C – Ajustes de furos

Figura 21 – Tabela de formas de apresentação da NB 86 para Furos-Base H7.

DIMENSÃO NOMINAL (MM)		FURO H7 (μ)	EIXOS (μ)								
Acima de	até		f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	r6	s6
-	3	+10	-6	-2	0	+4	+6	+9	+10	+16	+20
		0	-16	-8	-6	-2	0	+3	+4	+10	+14
3	6	+12	-10	-4	0	+6	+9	+12	+16	+23	+27
		0	-22	-12	-8	-2	+1	+4	+8	+15	+29
6	10	+15	-13	-5	0	+7	+10	+15	+19	+28	+32
		0	-28	-14	-9	-2	+1	+6	+10	+19	+23
10	18	+18	-16	-6	0	+8	+12	+18	+23	+34	+39
		0	-34	-17	-11	-3	+1	+7	+12	+23	+28
18	30	+21	-20	-7	0	+9	+15	+21	+28	+41	+48
		0	-41	-20	-13	-4	+2	+8	+15	+28	+35
30	50	+25	-25	-9	0	+11	+18	+25	+33	+50	+59
		0	-50	-25	-16	-5	+2	+9	+17	+34	+43
50	65	+30	-30	-10	0	+12	+21	+30	+39	+60	+72
			-60	-29	-19	-7	+2	+11	+20	+41	+53
65	80								+62	+78	
									+43	+59	
80	100	+35	-36	-12	0	+13	+25	+35	+45	+73	+93
			-71	-34	-22	-9	+3	+13	+23	+51	+71
100	120								+76	+101	
									+54	+79	
120	140									+88	+117
										+63	+92
140	160	+40	-43	-14	0	+14	+28	+40	+52	+90	+125
			0	-83	-39	-25	-11	+3	+15	+27	+65
160	180									+93	+133
										+68	+108

Fonte: Curso de desenho técnico e Autocad, Antônio Clélio Ribeiro, PEARSON, Pág. 123.