



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ALISSON LUIZ DE MEDEIROS

**PROJETO CONCEITUAL DE UM SISTEMA DE CÂMBIO MECÂNICO DE
BICICLETA COMANDADO ELETRONICAMENTE**

MOSSORÓ-RN
2019

ALISSON LUIZ DE MEDEIROS

**PROJETO CONCEITUAL DE UM SISTEMA DE CÂMBIO DE BICICLETA
MECÂNICO COMANDADO ELETRONICAMENTE**

Monografia apresentada ao conselho do
Curso de Bacharelado em Ciência e
Tecnologia da Universidade Federal Rural
Do Semiárido, como requisito para a
obtenção do título de Bacharel em Ciência
e Tecnologia.

Orientador: Dr. Zoroastro Torres Vilar

Mossoró-RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M488p Medeiros, Alisson

Luiz de.

Projeto conceitual de um sistema de câmbio de bicicleta mecânico comandado eletronicamente /

Alisson Luiz de Medeiros. - 2019.

38 f. : il.

Orientador: Zoroastro Torres Vilar.

Monografia (graduação) - Universidade Federal

Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2019.

1. Bicicleta. 2. Câmbio. 3. Custo. 4. Protótipo. 5. Desempenho. I. Vilar, Zoroastro Torres , orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade

ALISSON LUIZ DE MEDEIROS

**PROJETO CONCEITUAL DE UM SISTEMA DE CÂMBIO DE BICICLETA
MECÂNICO COMANDADO ELETRONICAMENTE**

Monografia apresentada ao conselho do
Curso de Bacharelado em Ciência e
Tecnologia da Universidade Federal Rural
Do Semiárido, como requisito para a
obtenção do título de bacharel em Ciência
e Tecnologia.

Defendida em

14 / 08 / 2019

BANCA EXAMINADORA

Zoroastro Torres Vilar

Prof. Dr. Zoroastro Torres Vilar - (UFERSA)
Presidente

Prince Azsemergh Nogueira de Carvalho

Prof. Prince Azsemergh Nogueira de Carvalho – (UFERSA)

Dácio Germano Xavier Rebouças Júnior

Eng. Dácio Germano Xavier Rebouças Júnior
Segundo membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado chegar até aqui. A minha família por toda a dedicação e paciência contribuindo diretamente para que eu pudesse ter um caminho mais fácil e prazeroso durante esses anos.

Agradeço ao meu pai Antônio Luz Carvalho de Medeiros e minha mãe Antônia Zulanir de Medeiros por todo o esforço que fizeram para que eu estivesse dentro da universidade e estarem sempre ao meu lado me dando forças para que eu superasse todos os obstáculos desta jornada e me ensinando a seguir sempre o caminho correto.

Agradeço a todos meus tios, tias, primos, primas e familiares por estarem sempre ao meu lado me incentivando a seguir em frente.

Agradeço a minha namorada Maria Beatriz por estar sempre me incentivando nos momentos mais difíceis.

Agradeço a todos os meus amigos que conheci dentro da universidade em especial aos amigos da equipe CACTUS Baja, onde fui membro durante 2 anos e fiz grandes amizades e também obtive um enorme conhecimento.

Agradeço ao meu orientador, Zoroastro Torres Vilar que além de professor, orientador é um grande amigo, por estar disponível para me ajudar sempre que precisei.

Agradeço a todas as pessoas que de qualquer forma me ajudaram no meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver de forma conceitual uma solução para a inconsistência e imprecisão na troca de marchas de uma bicicleta equipada com um câmbio do tipo mecânico quando colocado em um ambiente com condições extremas como chuva, lama e poeira. A partir do projeto conceitual também é possível solucionar a problemática do alto valor agregado de uma transmissão eletrônica de bicicleta fabricada por grandes marcas, que impossibilita o acesso destes componentes a pessoas com baixo poder aquisitivo. Mostrar detalhadamente os principais tipos de bicicletas existentes hoje no mercado e sua evolução ao longo do tempo, também é destacado a evolução dos componentes que compõe a bicicleta, com destaque para o câmbio traseiro onde é reproduzido um modelo conceitual de câmbio mecânico comandado eletronicamente. Para seu desenvolvimento aplicou-se uma metodologia de projeto desenvolvida por MUNARI que possibilitou a produção de um projeto conceitual como solução do problema.

Palavras-chave: Câmbio, bicicleta, evolução, desenvolvimento, componentes, custo.

ABSTRACT

The work aims to develop a conceptual form of solution for the inconsistency and inaccuracy in gear shifting, complete with the change of time when in an environment with extreme conditions such as rain, mud and dust. From the conceptual design, it is also possible to solve a problem of the high added value of an electronic bicycle route manufactured by major brands, which makes it impossible to access components of a bicycle with low purchasing power. The main types of movement are nowadays in the market and its evolution over time is also highlighted in the components that make up the bicycle, highlighting the change of direction from the conceptual model of electronically controlled mechanical gear. For the development of a project methodology developed by MUNARI that enabled the production of a conceptual project as a solution to the problem.

Keywords: derailleur, bicycle, evolution, development, components, cost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Manuscrito de Da Vinci.....	14
Figura 2 – Celerífero.....	14
Figura 3 – Draisiana.....	15
Figura 4 – Kirkpatrick Mcmillan.....	15
Figura 5 – Michaux.....	16
Figura 6 - Bicicleta <i>Speed</i>	17
Figura 7 - <i>Moutain Bike</i>	18
Figura 8 – Bicicleta BMX.....	18
Figura 9 – Bicicleta de passeio.....	19
Figura 10 – Bicicleta elétrica.....	19
Figura 11 –Componentes de uma bicicleta.....	21
Figura 12 – Câmbio Mecânico.....	21
Figura 13 – Trocador de marchas mecânico.....	21
Figura 14 – Câmbio eletrônico.....	21
Figura 15 – Trocador de marcha eletrônico.....	21
Figura 16 – Câmbio hidráulico.....	22
Figura 17 – Trocador de marchas hidráulico.....	22
Figura 18 – Metodologia MUNARI.....	23
Figura 19 – Metodologia PAHL & BEITZ.....	28
Figura 20 – Metodologia MEISTER.....	29
Figura 21 – Preço do Câmbio SRAM Axs.....	26
Figura 22 – Preço do grupo rotor UNO hidráulico.....	26
Figura 23 –Matriz casa da qualidade.....	27
Figura 24 –Protótipo modelado em software 3D.....	28
Figura 25 – Demonstração das partes de um câmbio.....	35
Figura 26 – Detalhamento do trocador de marchas.....	35
Figura 27 – Modelagem do projeto conceitual.....	32
Figura 28 - Servo motor.....	33

Figura 29 -Bateria.....	34
Figura 30 - Projeto conceitual do trocador de marchas.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. PROBLEMA.....	13
1.2. JUSTIFICATIVA.....	13
1.3. OBJETIVOS.....	13
1.3.1. Objetivo geral.....	13
1.3.2. Objetivos específicos.....	13
2. REFERENCIAL TEORICO.....	14
2.1. SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA BICICLETA.....	14
2.2. TIPOS DE BICICLETAS POPULARES ATUALMENTE.....	17
2.2.1. Bicicleta de estrada ou speed.....	17
2.2.2. Mountain bike ou BTT.....	17
2.2.3. BMX.....	18
2.2.4. Bicicleta de passeio.....	19
2.2.5. Bicicleta elétrica.....	19
2.3. TIPOS DE CÂMBIO DE BICICLETAS.....	20
2.3.1. Câmbio com acionamento mecânico.....	20
2.3.2. Câmbio com acionamento eletrônico.....	21
2.3.3. Câmbio com acionamento hidráulico.....	22
2.4. REVISÃO DA METODOLOGIA.....	22
2.4.1. Metodologia de MUNARI.....	22
2.4.2. Metodologia PAHL & BEITZ.....	23
2.4.3. Metodologia MEISTER.....	24
3. METODOLOGIA DO TRABALHO.....	25
3.1. DETALHAMENTO DA METODOLOGIA.....	25
3.1.1. Definição do problema.....	25
3.1.2. Componentes do problema.....	25
3.1.3. Coleta de dados.....	26
3.1.4. Análise de dados.....	27
3.1.5. Criatividade.....	28
3.1.6. Materiais e tecnologia.....	28
3.1.7. Experimentação.....	28
3.1.8. Modelo.....	28
3.1.9. Verificação.....	29

3.1.10. Desenho de construção.....	29
3.1.11. Solução.....	31
4. ELABORAÇÃO DO PROJETO CONCEITUAL.....	32
4.1. PARTES DO PROJETO CONCEITUAL.....	32
5. CONCLUSÃO.....	35
7. BIBLIOGRAFIA.....	37

1. INTRODUÇÃO

A bicicleta é um dos meios de transporte mais difundido em todo o mundo, que necessita da força humana para seu funcionamento. A bicicleta funciona de forma simples e com uma grande eficiência, onde podemos desenvolver uma velocidade razoavelmente satisfatória quando comparado a outros meios de transporte de energia humana para seu funcionamento como, por exemplo, o skate e os patins.

Segundo Barros (2008) a data da criação da bicicleta ainda é um mistério porem existe alguns relatos sobre sua existência. Em 1966 monges italianos, observaram em um manuscrito de Leonardo da Vinci datado de 1440, o desenho de uma maquina que muito se assemelhava a uma bicicleta moderna possuía inclusive transmissão por pedais e correntes.

Muitas ideias foram desenvolvidas nos séculos XV e XVI, sendo estes protótipos de maquinas pesadas e muito complexas que possuíam duas, três ou quatro rodas, acionados por alavancas, polias e outros sistemas desenvolvido durante a época. No ano de 1790 o conde francês Sivrac, elaborou um equipamento com duas rodas acopladas em uma peça de madeira que foi chamado de “celerifero” onde o movimento era feito através do movimento alternado das pernas do usuário fazendo o efeito de empurrar a bicicleta. (CARLOS, 2018)

Varias pessoas buscaram melhorar o celerifero, diversos modelos foram criados e desenvolvidos ao longo do tempo, aos poucos componentes como pedais, pneus e o sistema de transmissão por engrenagens e correntes foram adicionados ao projeto iniciado por Sivrac. Com a evolução da bicicleta, houve o surgimento de uma grande massa de entusiastas e consequentemente surgiram as primeiras competições envolvendo as bicicletas. Em 1868 houve na Franca a primeira competição de ciclismo que foi vencida pelo inglês James Moore. (BIGELLI, 2011).

No Brasil as primeiras bicicletas surgiram no ano de 1898, trazidas da Europa, os primeiros relatos do surgimento da bicicleta em solo brasileiro é do estado do Paraná mais precisamente na cidade de Curitiba, trazida por imigrantes. (BARROS, 2008)

De acordo com Hoertel(2013) a bicicleta nos dias atuais é vista como uma solução para vários problemas na vida urbana, pois é um tipo de transporte que não precisa de nenhum tipo de energia fóssil é necessária apenas a força humana para seu funcionamento, podendo solucionar a questão dos grandes congestionamentos no transito ocasionado pelo grande numero de carros nas ruas de nossas cidades, pode diminuir a poluição do ar nos grandes centros urbanos, além de trazer benefícios para a saúde do usuário retirando-o do sedentarismo que é a causa de varias doenças.

1.1. PROBLEMA

Os ciclistas buscam extrair o máximo de desempenho de suas bicicletas, e para que isso seja alcançado a indústria oferece varias opções de produtos com tecnologia de ponta e materiais que estão em constante desenvolvimento, assim tornando o produto cada vez mais caro e inacessível. Será possível construir componentes com tecnologia de baixo custo e que possam obter os mesmos níveis de desempenho de um modelo fabricado com alta tecnologia?

1.2. JUSTIFICATIVA

Uma troca de marcha errada ou imprecisa pode fazer com que um ciclista veja sua tão sonhada vitória cair ladeira abaixo, por isso os atletas estão buscando componentes cada vez mais sofisticados e com alta tecnologia embarcada. A indústria de peças de bicicleta está em uma corrida frenética para oferecer aos usuários produtos que tenham alta tecnologia e confiabilidade, porem o grande gargalo da indústria é que não é possível oferecer um componente de alto desempenho com o preço baixo, sendo assim estes produtos são restritos a uma pequena parcela de pessoas sendo elas atletas de alto nível e pessoas com alto poder aquisitivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um projeto conceitual de um câmbio traseiro de bicicleta comandado eletronicamente a partir de um modelo de cambio mecânico.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Apresentar a evolução da bicicleta a partir de sua criação;
- Apresentar os modelos de bicicletas existentes no mercado mostrando suas principais características;
- Mostrar os tipos de câmbios existentes e relatar brevemente seu funcionamento;
- Escolher e Aplicar uma metodologia de projeto;
- Elaboração do projeto conceitual;
- Comparar projeto conceitual com os modelos existentes no mercado;
- Discutir os resultados obtidos.

2. REFERENCIAL TEORICO

Este tópico apresenta o embasamento teórico sobre como surgiu e como se deu a evolução da bicicleta e seus componentes até os dias atuais, também é descrito as variações dos tipos de bicicletas existentes hoje.

2.1.SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA BICICLETA

Os primeiros relatos sobre a criação da bicicleta foi feito por um grupo de monges italianos em 1966, eles encontraram em um manuscrito datado de 1490 escrito por Leonardo da Vinci, como podemos observar na figura 1. Era um modelo semelhante com o que conhecemos hoje o equipamento possuía duas rodas, um guidão, uma sela e transmissão por corrente e engrenagens, porém não se sabe se realmente aquilo era uma invenção criada na época ou um objeto da imaginação de Leonardo da Vinci. (BARROS, 2008)

Figura 1: Manuscrito de Da Vinci



Fonte: PELLEGRINI, 2016.

No entanto o primeiro objeto desenvolvido e fabricado pelo homem foi no ano de 1790, onde o conde Sivrac da França criou o celerífero, um veículo de duas rodas ligadas por um pedaço de madeira representado na figura 2.

Figura 2: Celerífero



Fonte: CARLOS, 2018

O celerífero não possuía pedais nem guidão, o usuário tinha que empurrar ao aparato com os pés como se estivesse “surfando” sobre o chão, apesar de todo o

desconforto ela foi utilizado amplamente para locomover-se por distancias pequenas. (CARLOS, 2018).

Segundo Carlos (2018) Por volta de 1816 o alemão Karl Friedrick Christian Ludwing Von Drais, adaptou uma direção ao celerífero onde foi denominado de guidão. Essa nova maquina foi batizada de draisiana figura 3, uma evolução do modelo criado pelo conde Sivrac.

Figura 3: Draisiana



Fonte: CARLOS, 2018

O aparato criado do Von Drais fez um enorme sucesso, apesar da evolução do equipamento, sua invenção ainda tinha vários problemas como o alto peso, o desconforto e a grande dificuldade de realizar movimentos.

Em 1820 houve um enorme avanço na evolução da bicicleta o escocês Kikpatrik McMillan figura 4, conseguiu adaptar ao eixo traseiro duas bielas ligadas por duas barras de ferro, estas que por sua vez tinha a função de transmitir o movimento de rotação feito pelos pés para a roda traseira fazendo assim a roda girar em torno do seu próprio eixo. Este foi o primeiro sistema de transmissão movido por pedais (PELLEGRINI, 2016).

Figura 4: Kikpatrik McMillan



Fonte: PELLEGRINI, 2016.

McMillan também construiu um modelo com pedais acoplados no eixo traseiro, no entanto o sistema causava desequilíbrio e desconforto, isso tudo aliado a dificuldade no mundo dos negócios seu protótipo logo foi esquecido, (BARROS, 2008).

O Francês Pierre Michaux e seu filho Ernest, conseguiram montar o sistema de pedais na roda dianteira da bicicleta que ficou conhecido como “velocípede”. Como podemos ver na (Figura 5), seu quadro era feito de ferro, não mais de madeira como nos modelos anteriores. Eles conseguiram resolver os maiores problemas existentes na época, o desequilíbrio e o desconforto. O modelo fez sucesso imediato após a apresentação ao público ganhando assim um grande número de entusiastas. Pouco tempo depois do primeiro modelo fabricado Michaux fundou a primeira fábrica de bicicleta do mundo a companhia Michaux, nessa fábrica era produzida aproximadamente 140 bicicletas ao ano, (WÜNSCH, 2017).

Figura 5: Michaux



Fonte: WÜNSCH, 2017.

Com a grande ascensão de entusiastas, as ruas estavam sendo tomadas por pessoas utilizando a bicicleta como meio de transporte, se misturando com carroças e charretes no trânsito das cidades, como o veículo ainda tinha certa restrição de movimentos e não possuía sistema de freios era muito comum pessoas se envolverem em acidentes. Com este cenário o governo foi forçado a criar medidas alternativas para a bicicleta, as autoridades decidiram construir vias exclusivas para as bicicletas que foram denominadas ciclovias. Em 1868 houve no parque Saint Cloud Paris a primeira prova ciclística onde quem saiu vencedor foi o inglês James Moore. (WÜNSCH, 2017).

No ano de 1877, Roseau desenvolveu um sistema de transmissão de movimento composto por uma corrente e duas engrenagens essas que multiplicavam o movimento feito pelos pedais, além das alterações no sistema de transmissão que estava localizado entre as rodas da bicicleta, também foram inseridos tiras de borracha na superfície da roda, gerando mais conforto e melhorando a dirigibilidade, (BARROS, 2008).

A partir do ano de 1877 surgiram várias inovações tendo em vista o aperfeiçoamento da bicicleta, como o desenvolvimento dos pneus, a roda livre conhecida popularmente como catraca que permitia que o usuário suspendesse o movimento da pedalada sem que a roda perdesse o movimento de rotação e com o

desenvolvimento da tecnologia foi adicionando mais catracas no eixo permitindo que o ciclista escolhesse a combinação que lhe servisse melhor naquele momento, também foi desenvolvido o sistema de freio, (BARROS, 2008).

Hoje a bicicleta esta em um patamar de desenvolvimento bastante avançado, indústria oferece infinitas possibilidades de marcas, modelos e tipos de bicicleta onde o usuário final é quem vai escolher o melhor modelo que se adequa perfeitamente ao tipo de atividade que ele ira fazer.

2.2. TIPOS DE BICICLETAS POPULARES ATUALMENTE

2.2.1. Bicicleta de estrada ou *speed*.

Este tipo de bicicleta tem o principal proposito atingir maiores velocidades utilizada exclusivamente em asfalto figura 6. Possui uma geometria que gera um baixo arrasto, utilizam rodas de diversos tamanhos, seu quadro é fabricado com materiais leves geralmente alumínio ou fibra de carbono, seu sistema de transmissão possui varias combinações de marchas possibilitando um melhor aproveitamento da força do ciclista possuem pneus finos e podem ser um pouco desconfortáveis pois seu maior objetivo é o desempenho, (SANCHES, 2015).

Figura 6: Bicicleta *speed*



Fonte: <<https://www.bmc-switzerland.com/models/road/teammachine-slr/teammachine-slr-01-one-301430.html>> Acesso em 13/jul./2019.

2.2.2. Mountain Bike ou BTT (Bicicleta de todo terreno)

A Mountain Bike diferentemente da speed, foi projetada para andar em qualquer tipo de terreno, mas podem ser utilizadas sem problema no asfalto porem seu maior proposito é enfrentar estradas de terra e terrenos irregulares figura 7. Possuem rodas aro 26, 27,5 e 29 polegadas. Seu quadro é bastante reforçado devido aos impactos sofridos durante sua utilização, fabricado em aço, alumínio, titânio e fibra de carbono. Possuem freios a disco em sua maioria que são bastante poderosos, possuem sistema de amortecedores dianteiro e/ou traseiros dependendo do modelo extremamente necessário para absorver os impactos do terreno irregular. Seu sistema de transmissão é bastante complexo incluindo varias engrenagens que podem ser combinadas de acordo com a

necessidade do ciclista. Os pneus são largos e com cravos que se aderem perfeitamente ao solo e como o próprio nome já diz ela é para todo terreno, (SANCHES, 2015).

Figura 7: Mountain Bike



Fonte: <<https://www.scott-sports.com/br/pt/product/bicicleta-scott-scale-900-sl?article=269720009>> Acesso em 13/jul./2019.

2.2.3 BMX

Como podemos ver na figura 8, esta é uma bicicleta de menor porte, com roda aro 20 ou 24 polegadas, seu tamanho é reduzido, possui um sistema de freio bastante eficiente e sua maior característica é a agilidade podendo mudar de trajetória facilmente. Utilizada quase que exclusivamente em competições de manobras. Desde que foi criada não passou por grandes mudanças. (SANCHES, 2015).

Figura 8: Bicicleta BMX



Fonte: <<https://dkbicycles.com/collections/dk-professional-series/products/dk-professional-expert-xl>> Acesso em 12/jul./2019.

2.2.4. Bicicletas de passeio

As bicicletas de passeio figura 9, foram desenvolvidas pensando apenas no conforto do ciclista, possui o quadro fabricado com os mais variados tipos de materiais ou a mistura de algum deles como aço, alumínio, fibra de carbono madeira e ate polímeros. Seu conceito não é ter desempenho e sim conforto, possuem um banco bastante confortável e a posição de pilotagem é de longe a mais confortável para o ciclista.

Figura 9: Bicicleta de Passeio



Fonte: <<http://marcogomes.com/blog/2012/meus-conselhos-para-voce-escolher-uma-bike-de-uso-cotidiano/>> Acesso em 13/jul./2019

2.2.5. Bicicleta elétrica

As bicicletas elétricas figura 10 surgiram com o proposito de ajudar as pessoas que queriam se locomover grandes distancias que não tinham aptidão física adequada para se locomover. Com um motor elétrico integrado no seu quadro, ela pode se mover totalmente apenas com propulsão do motor ou apenas auxiliar o ciclista de acordo com sua necessidade. Este tipo de bicicleta esta sendo bastante difundido em todo o planeta pois é um meio de transporte bastante pratico e eficiente que se adapta perfeitamente ao grandes centros urbanos que necessitam de uma maior agilidade para a locomoção das pessoas.

Figura 10: Bicicleta elétrica



Fonte: <https://www.caloi.com/e-vibe-elite-tam-g-007981-19001_pai/> Acesso em 13/jul/2019.

Independentemente do tipo ou modelo da bicicleta ela possui componentes “padrão” que são utilizados em todas as suas variações, sendo eles. Na figura 11 podemos observar cada componente existente em uma bicicleta.

Figura 11: Componentes de uma bicicleta



Fonte: < <https://www.nucleobike.com.br/dicas/conhecendo-as-pecas-de-uma-bicicleta/> > Acesso em 20/ago/2019.

Os componentes mostrados na figura 11 estão em constante evolução, alguns já estão praticamente em seu limite de desenvolvimento estando restrito apenas na evolução do material para sua fabricação como é o caso do guidão, rodas, mesa, caixa de direção, movimento central, pedais, e selim. Por outro lado ainda há componentes que possuem uma grande margem para o desenvolvimento, como no caso os câmbios de troca de marcha.

2.3. TIPOS DE CÂMBIOS DE BICICLETA

Apesar de existir no mercado uma variedade enorme de modelos de câmbios podendo variar de marca para marca seu sistema de funcionamento mas o propósito é o mesmo que é trocar as marchas corretamente. Os câmbios mais modernos possuem diferentes sistemas de acionamento, os mais comuns são os câmbios com acionamento mecânico por cabos de aço, também existe modelos comandado eletronicamente e com acionamento hidráulico.

2.3.1. Câmbio com acionamento mecânico

Este modelo é o mais comum encontrado nas bicicletas. É um modelo relativamente barato e tem o funcionamento preciso quando bem regulado e ajustado. Este sistema da troca de marcha é composto pelo cambio, alavanca de cambio, cabos de

aço o conduites, que trabalham em conjunto realizando a troca de marchas da bicicleta. O acionamento do mecanismo é bem simples, o usuário deve pressionar a alavanca de cambio para que a mesma possa puxar o cabo de aço que esta fixo no cambio gerando movimento para a troca de marchas. Na figura 12 e 13 podemos observar o sistema de troca de marchas mecânico montado na bicicleta.

Figura 12: Câmbio mecânico



Fonte: Autor, 2019.

Figura 13: trocador de marcha mecânico



Fonte: Autor, 2019.

2.3.2. Câmbio com acionamento eletrônico

Outro modelo oferecido pela indústria é o modelo comandado eletronicamente, seu funcionamento consiste em acionar um motor integrado diretamente no corpo do cambio não necessitando de cabos de aço, com isso seu funcionamento é altamente preciso independente do nível de exigência do equipamento. Seu gerenciamento é feito por um software inteligente que consegue medir com extrema precisão qualquer tipo de anomalia conseguindo ajustar o cambio em pleno uso, diferentemente do cambio mecânico que é necessário parar a bicicleta para que seja feito o ajuste fino do câmbio. A alimentação do motor é feita por uma bateria também integrada no corpo do cambio, o trocador de marcha é composto por dois botões que enviam o sinal de comando para o motor como mostrado nas (Figuras 14 e 15).

Figura 14: Câmbio Eletrônico



Fonte:<<https://www.mundobici.co/articulos/grupo-sram-axs-para-mtb/>> Acesso em 13/jul/2019

Figura 15: Trocador de marchas eletrônico



Fonte:<<https://www.mundobici.co/articulos/grupo-sram-axs-para-mtb/>> Acesso em 13/jul/2019.

2.3.3. Câmbio com acionamento hidráulico

Os câmbios com acionamento hidráulico ainda estão em desenvolvimento, através de um pequeno cilindro hidráulico colocado dentro do trocador de marcha bombeia um fluido por dentro de um conduto ate o câmbio, proporcionando uma troca de marcha extremamente macia que é sua grande característica. O sistema depois de montado é totalmente fechado, portanto, eliminando a necessidade de manutenção, o sistema necessita apenas de uma limpeza após o seu uso.

Figura 16: Câmbio hidráulico



Fonte: <<https://www.esciclismo.com/actualidad/carretera/40205.html>> Acesso em 12/jul./2019.

Figura 17: trocador de marchas hidráulico



Fonte: <<https://www.praquempedala.com.br/blog/tecnologia-em-duas-rodas-passador-de-marcha-hidraulico-para-mountain-bike/>> Acesso em 12/jul/2019.

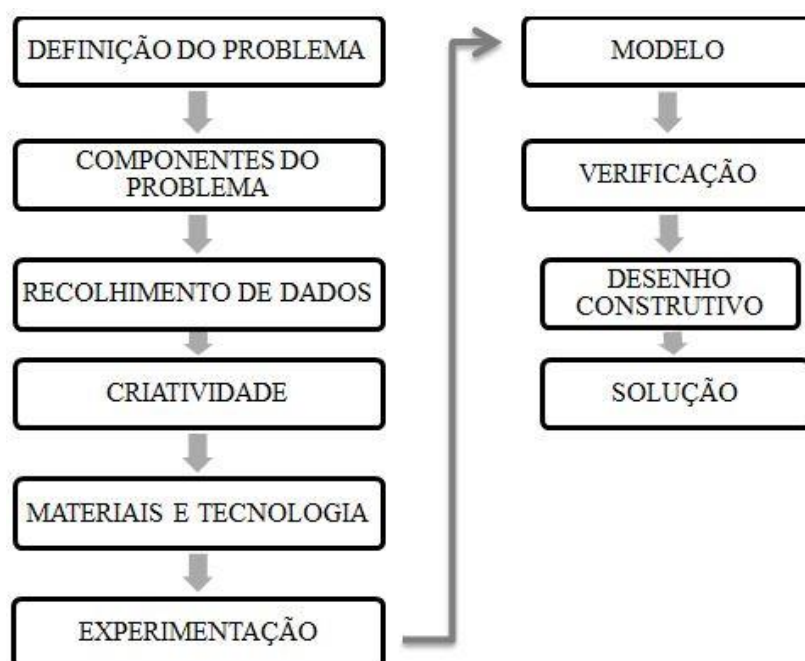
2.4. REVISÃO DE METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho é necessária a aplicação de uma metodologia de trabalho, para este requisito foi feita uma pesquisa dentre os vários modelos existentes na literatura. Com esta estudo foi escolhido inicialmente três propostas de metodologia que se enquadram dentro da proposta do trabalho desenvolvido e após a análise detalhada de cada uma das propostas, escolheremos a metodologia mais adequada. Nos tópicos a seguir esta um breve resumo das três metodologias especificando sua estrutura e também seus pontos fortes e fracos.

2.4.1. Metodologia MUNARI

A metodologia desenvolvida por Bruno Munari busca obter uma solução para um problema de maneira clara e eficiente, onde todos os passos são determinantes para a resolução do problema. Seu método é bastante simples e de fácil entendimento, muito indicado para pessoas leigas, no entanto sua estrutura é bastante superficial e não aborda o estratégias de negócios e vendas. Podemos ver abaixo na figura 18 podemos observar detalhadamente sua estrutura.

Figura 18 : Metodologia de MUNARI.

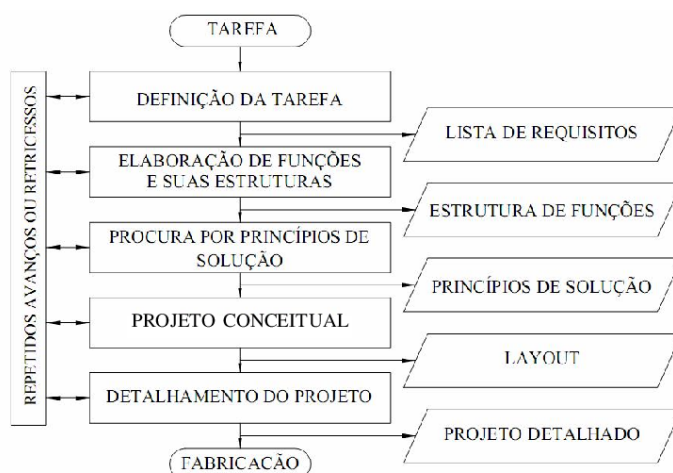


Fonte: Autor, 2019.

2.4.2. Metodologia PAHL & BEITZ

Esta metodologia foi desenvolvida com uma abordagem mais técnica vinculada às características de projeto de produtos na área da engenharia, é um método que possui um grande detalhamento na fase de projeto, listando passo a passo o fluxo de cada etapa, apesar de ser um método bastante completo ele não aborda mercado, gestão e estratégia. A figura 19, mostra o passo a passo de cada processo do método.

Figura 19: Metodologia PAHL & BEITZ

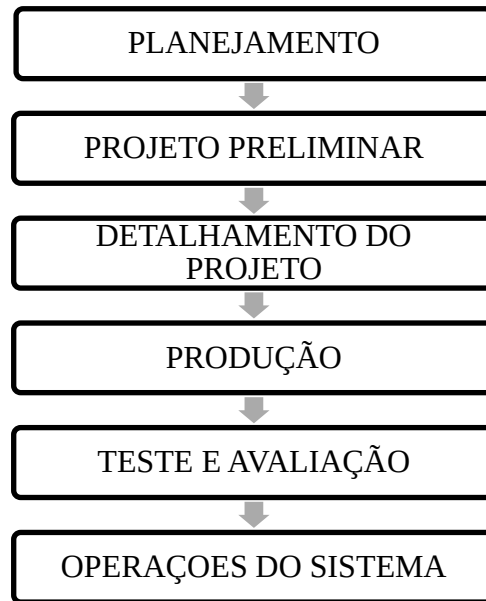


Fonte: < https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Fluxograma-para-desenvolvimento-do-projeto-segundo-Pahl-Beitz-1996_fig1_261710230 > Acesso em 02/jul/2019.

2.4.3. Metodologia MEISTER

A metodologia desenvolvida por Meister possui um enfoque mais científico voltado para o projeto do produto. Possui o enfoque ampliado do produto para o sistema, não aborda mercado, gestão, estratégia e possui pouco detalhamento do processo. O fluxograma 3, mostra sua estrutura detalhadamente.

Figura 20: Metodologia MEISTER.



Fonte: Autor, 2019.

3. METODOLOGIA DO TRABALHO

O trabalho foi desenvolvido com base em pesquisa literária onde fez-se o apanhado de vários modelos de cambio traseiro de bicicleta, já existente no mercado onde através destes modelos aplicou-se uma metodologia de projeto para o desenvolvimento de um projeto conceitual que traga melhoria para o setor.

Para desenvolver o trabalho aplicou-se a metodologia desenvolvida por MUNARI (2002), apesar da metodologia não abordar itens como estratégia de mercado, produção em escala, ergonomia entre outros aspectos ela se adequa perfeitamente a este trabalho, por se tratar ainda de um projeto conceitual, onde não há a necessidade de incluir itens como o mercado financeiro, estratégias de marketing e custos operacionais.

3.1. DETALHAMENTO DA METODOLOGIA

Neste tópico é detalhado cada passo da metodologia MUNARI, desmembrando cada passo a ser realizado e como pode ser feito.

3.1.1. Definição do problema: Segundo MUNARI (2002), é a primeira ação a ser feita, é necessário definir os limites dos quais iremos trabalhar e que tipo de solução se quer atingir. Neste trabalho a problemática foi definida através da observação dos sistemas de troca de marchas de bicicletas, onde verificou-se a inconsistência nas trocas de marchas de um câmbio mecânico quando colocado em situações de estresse elevado, levando a perda de desempenho, desgaste prematuro de todo o sistema de transmissão e também aumentando a possibilidade de quebra dos componentes do sistema que podem trabalhar de forma inadequada. Também foi observado o alto custo dos sistemas de cambio eletrônico que anulam os problemas enfrentados nos sistemas mecânicos.

Com estes parâmetros observados, desenvolveremos um projeto conceitual baseado em um cambio mecânico comandado eletronicamente, visando minimizar ou eliminar os problemas observados porem com um baixo custo.

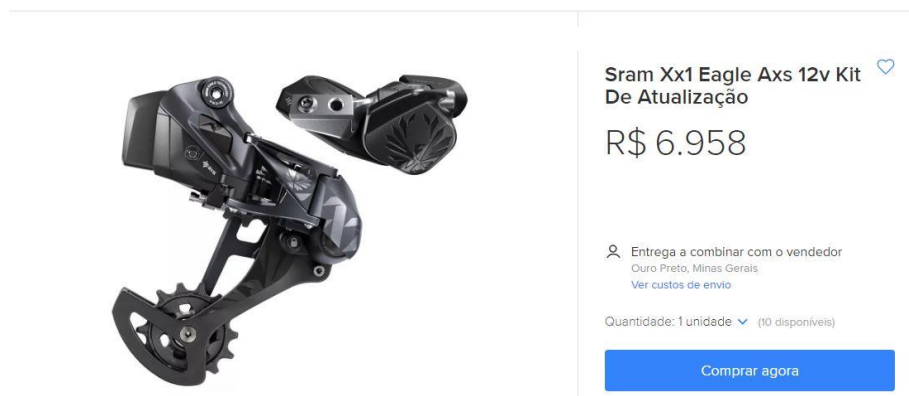
3.1.2. Componentes do problema: De acordo MUNARI (2002), essa etapa consiste em dividir o problema em partes e se necessário, subdividir. Resolver as partes e então agrupar as características semelhantes. Para este trabalho essa divisão será feita em duas partes: o câmbio traseiro e o trocador de marchas.

O modelo base do câmbio para este projeto conceitual será um cambio mecânico de baixo custo, onde o mesmo será comandado por um servo motor fixado diretamente em seu corpo por meio de uma base metálica.

O trocador de marchas por sua vez será fixado no guidão da mesma forma de um modelo “padrão”, porem as alavancas de trocas de marchas serão substituídas por botões que farão o acionamento do servo motor.

3.1.3. Coleta de dados: Para MUNARI (2002) é a primeira parte da pesquisa, é necessário buscar os concorrentes e o que já foi feito para resolver problemas similares. Nessa etapa buscou-se através de pesquisas, modelos de câmbios para verificar as soluções já propostas. A indústria já demonstrou algumas soluções para o problema, como o cambio eletrônico e o cambio hidráulico. É verdade que os modelos oferecidos possuem uma alta tecnologia embarcada e com isso também seu preço é bastante elevando inviabilizando a sua compra, ficando restrita apenas a algumas pessoas que possuem condições financeiras elevadas. Como podemos ver nas (figuras 17 e 18) os valores praticados podem passar da casa dos R\$6.000 (Seis Mil Reais) no modelo SRAM Xx1 Eagle AXS™ e ultrapassando os R\$25.000,00 (Vinte e cinco Mil reais) o modelo UNO™ 11v Hidráulico da marca Rotor.

Figura 21: Preço do cambio SRAM axs



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1260467576-sram-xx1-eagle-axs-12v-kit-deatualizaco_JM> Acesso em 01/Ago/2019.

O modelo SRAM XX1 Eagle AXS™, é o principal modelo da marca, possui como principal característica sua precisão e também seu design e acabamento. É um dos modelos preferidos dos ciclistas de todo o mundo devido a seu alto desempenho.

Figura 22: Preço do Grupo rotor UNO Hidráulico



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1085884858-grupo-hidraulico-rotor-uno-11v-para-freio-a-disco-postmount_JM> Acesso em 01/Ago/2019.

O grupo rotor hidráulico UNO™ 11v, tem como características principais a leveza e a confiabilidade, é o conjunto mais leve dentre todos os seus concorrentes, no entanto seu preço é bastante elevado. Devido ainda esta em desenvolvimento e Pelas suas características construtivas não é possível a reposição de peças sendo necessária a compra de mais de um componente. Caso algum componente do sistema seja danificado.

3.1.4. Análise de dados: Para MUNARI (2002) nessa etapa deve-se analisar se os dados são variáveis ou não, entender o mercado e o perfil consumidor, classificar os dados de forma racional para entender processos, custos, prazos e oportunidades projetuais. Os produtos oferecidos pelas grandes marcas são extremamente eficientes, porem seu elevado custo é um grande problema para a maioria dos usuários. Através de uma matriz casa da qualidade podemos analisar e relacionar todas as características do projeto e também o que já existe no mercado.

Figura 23: Matriz casa da qualidade



REQUISITOS DA QUALIDADE			ACABAMENTO	MATERIAIS	BATERIA DE ALTA DURAÇÃO	FÁCIL ACONCHAMENTO	BAIXO CUSTO	FÁCIL MANUTENÇÃO	CONFORTO	TROCAS RÁPIDAS E PRECISAS	RESISTÊNCIA	ANÁLISE EXTERNA-CLIENTES		
REQUISITOS DO CLIENTE	Importância	Relação: o que x como	SRAM Xx1 AXS			ROTOR UNO			PROTOTIPO					
	DURABILIDADE	5	-	3	2	1	3	3	-	2	3	4	3	4
	ESTÉTICA	2	3	1	-	-	-	-	-	-	-	5	3	3
	PESO	3	1	3	2	-	2	-	-	-	2	4	5	3
	FÁCIL REGULAGEM	3	-	1	-	-	3	2	2	1	-	4	1	4
	PREÇO	4	2	3	3	2	3	1	1	1	2	2	1	5
	TECNOLOGIA	4	-	3	3	3	3	3	1	3	1	5	4	4
	DESEMPENHO	4	-	2	3	3	1	1	3	3	3	5	5	4
	CONFIABILIDADE	5	-	3	3	-	1	3	-	3	3	4	5	4
Análise interna- técnicos	Importância	1	3	5	5	5	3	3	5	5	Simbologia das relações: Da cobertura ou dos "comos": Relação direta: Forte (X), Fraca (Y) Relação inversa: Forte(D) , Fraca (E) Dos "oque"x " como": Forte (3), Média (2), Fraca (1)			
	PROTOTIPO	2	4	5	4	5	4	4	4	5				
	SRAM Xx1 AXS	5	5	5	4	1	2	4	5	3				
	ROTOR UNO	3	5	-	4	1	1	4	5	3				

Fonte: Autor, 2019.

Ao analisar a matriz casa da qualidade podemos observar todos os pontos a cerca dos requisitos da qualidade do projeto conceito a ser desenvolvido, os requisitos dos possíveis clientes que irão adquirir o produto e também a análise externa a cerca dos principais concorrentes. Com estas análises podemos enxergar os pontos fracos e fortes de cada produto concorrente podendo assim melhora-las e entregar um produto que satisfaça a vontade do usuário.

3.1.5. Criatividade: Nessa etapa MUNARI (2002) recomenda fazer a apresentação de referências, estudos, desenvolvimento e resultados obtidos. A etapa de pesquisa para esse trabalho foi apresentada na parte de Revisão da literatura. Para desenvolver uma solução eficiente e barata, precisamos de componentes eficazes que tenham um baixo custo e que tenham uma fácil manutenção.

3.1.6. Materiais e Tecnologia: pesquisa de materiais, processos de fabricação, características e custos. Para desenvolver este trabalho iremos utilizar um cambio traseiro mecânico de baixo custo e um servo motor que fará o movimento necessário para as trocas de marchas. O sistema completo será composto de um cambio mecânico, servo motor, bateria, pequeno cabo de aço e um sistema com botões para troca de marchas fixada no guidão da bicicleta.

3.1.7. Experimentação: Descobrir novas técnicas de aplicação para o material. Não se aplica a este projeto.

3.1.8. Modelo: Nesta etapa MUNARI(2002) sugere construir modelos demonstrativos do projeto. O projeto conceitual desenvolvido neste trabalho foi desenvolvido através do software 3D SOLIDWORKS Students®, podemos ver o protótipo na figura 24.

Figura 24: Protótipo modelado em software



Fonte: Autor, 2019.

3.1.9. Verificação: verificar os modelos através de amostragens e testes junto ao público alvo. Não se aplica a este projeto.

3.1.10. Desenho de construção: comunicar as informações necessárias para a execução do projeto em escala. Ou seja, iniciar a construção do projeto conceitual com desenhos e rascunhos e detalhar o conceito mostrando o funcionamento do modelo e seus respectivos componentes.

Para um melhor entendimento do desenho de construção do modelo conceitual a figura 25 mostra de forma detalhada cada componente de um câmbio mecânico e também como cada uma se comporta durante seu funcionamento. A figura 25 por sua vez mostra em detalhes o trocador de marchas e seus componentes.

O câmbio traseiro é responsável por guiar a corrente em cada pinhão da catraca e manter a corrente tensionada durante a sua utilização. o câmbio mostrado na figura 20 é o modelo shimano deore LX mecânico. Pode haver pequenas mudanças na localização de alguns componentes dependendo do fabricante.

Figura 25: Demonstração das partes de um câmbio



Fonte: CAPIVARA, 2017.

1- Área superior do câmbio traseiro, esta área é conhecida como junta B, é composta pelo parafuso que mantém o câmbio preso na bicicleta e por uma mola de tensão ajustável item 6;

2- Este parafuso é responsável pelo ajuste do b-knuckle, afrouxar ou apertar esse parafuso altera a altura da polia superior item 4, em relação a catraca.

3- Esse componente é responsável por manter tensionado o cabo que está ligando o trocador de marchas ao câmbio.

4- Polia guia ou superior, mantem a corrente na posição correta.

5- Polia inferior, tem a função de manter a corrente tensionada.

6- Parafuso da gancheira conecta o câmbio ao quadro.

7- Link em paralelogramo possibilita que a corrente se movimente para esquerda e direita, para cima e para baixo, mantendo-a perfeitamente paralela aos pinhões da catraca.

8- Parafusos limitadores, são colocados próximo ao link em paralelogramo, como seu nome já fala eles limitam o movimento do câmbio impedindo que a corrente ultrapasse os limites superiores e inferiores da catraca.

9- Junta P, mantem a polia superior na posição correta e absorve parte dos movimentos causados pelo terreno. Em alguns câmbios mais sofisticados existe uma chave que aumenta ou reduz a tensão na mola estabilizando o movimento do câmbio evitando que a corrente balance excessivamente.

10- Parafuso do cabo de marcha, é responsável em manter o cabo fixo no câmbio.

11- Cage, mantem a corrente alinhada entre as duas polias.

O trocador de marchas é um item essencial para o sistema pois, ele é responsável em puxar o cabo que esta fixo no câmbio e realizar o movimento de troca de marchas. Na figura 21 é possível ver cada componente do trocador de marchas.

Figura 26: Detalhamento do trocador de marchas



Fonte: Autor, 2019.

- 1- Suporte para fixar o trocador no guidão;
- 2- Visor indicador de qual marcha esta sendo utilizada;
- 3- Alavanca para subir a corrente para um pinhão maior;
- 4- Alavanca para descer a corrente para um pinhão menor;
- 5- Guia do cabo de aço e mecanismo para ajuste fino.

3.1.11. Solução. é o melhor resultado aos objetivos propostos, sendo aquele que atende ao problema definido, adequado ao cenário onde será inserido. Aplicando-se a metodologia de trabalho obteve-se um protótipo de cambio modelado em 3D. Mostrados na figura 24.

4. ELABORAÇÃO DO PROJETO CONCEITUAL

Após a aplicação da metodologia de trabalho, deu-se início a fase de elaboração de projeto com rascunhos e desenhos no qual foram sendo modificados ao longo do tempo devido a implementações de melhorias e por fim foi desenhado no software SOLIDWORKS Students®, todas as peças e montado uma representação do sistema.

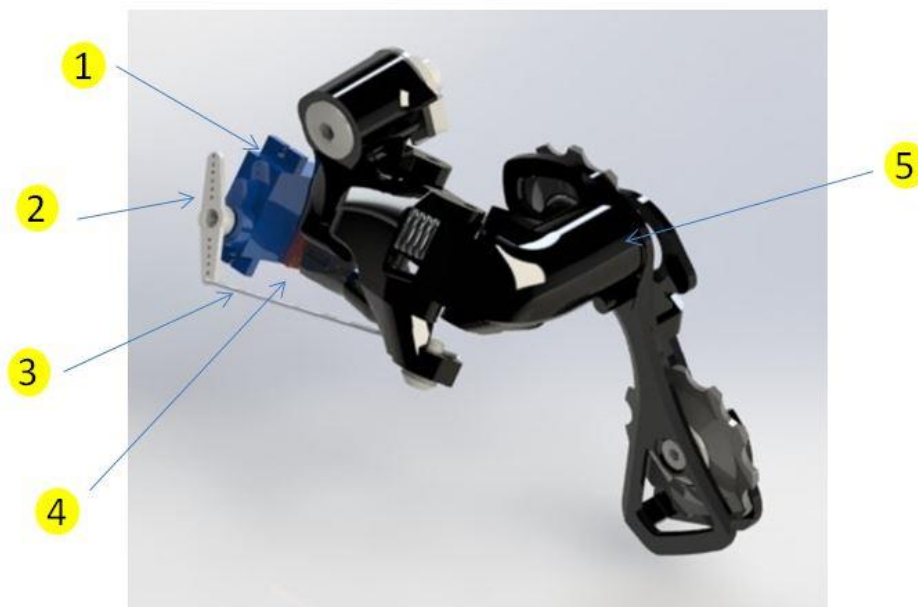
A figura 24, mostra o projeto conceitual modelado em software 3D, o sistema é composto por sete componentes. O servo motor, flange do servo, cabo de aço, base do servo, cambio, trocador de marchas e bateria

O sistema funciona da seguinte forma: ao pressionar o botão do trocador de marchas fixo no guidão é gerado um pulso elétrico que é enviado ao servo motor que fara o movimento de rotação, movimento este que acionara o cabo de aço que esta preso no cambio e no flange do servo motor. Com este movimento o cambio será acionado fazendo a corrente percorrer os pinhões da catraca. O sistema será alimentado por uma bateria.

Nos tópicos a seguir será mostrado cada componente modelado separadamente e também sua função no dentro do sistema.

4.1. PARTES DO PROJETO CONCEITUAL

Figura 27: Modelagem do projeto conceitual

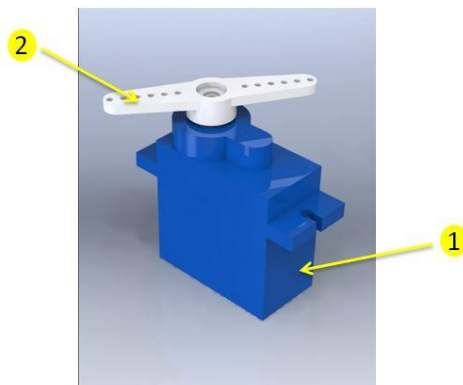


Fonte: Autor, 2019.

1. **Servo Motor:** Os servos motores figura 28 são controladores eletromecânicos que são bastante utilizados em projetos de automação industrial e robótica. Sua principal função é posicionar e manter um objeto em determinada posição. No qual podemos

controlar sua posição angular através de um sinal elétrico. No sistema descrito acima o servo motor terá a função de realizar o movimento do cambio necessário para que a corrente se movimente entre os pinhões da catraca.

Figura 28: Servo Motor



Fonte: Autor, 2019.

2. **Flange do servo motor:** sua função no sistema é fazer a conexão do cabo de aço do servo ao cambio.

3. **Cabo de aço:** o cabo de aço é responsável em conectar o servo motor ao cambio e transmitir movimento para a troca de marchas.

4. **Base do servo:** A base do servo é uma peça metálica em formato de “L” que é responsável em fixar o servo motor no cambio;

5. **Cambio mecânico:** é responsável pela troca de marchas.

O sistema também conta com uma bateria (Figura 24), que será fixada no quadro da bicicleta em local apropriado que pode variar de acordo com cada tipo de quadro e um trocador de marchas onde será fixo no guidão da bicicleta, componentes e que pode ser observado na (Figura 25).

Figura 29 : Bateria



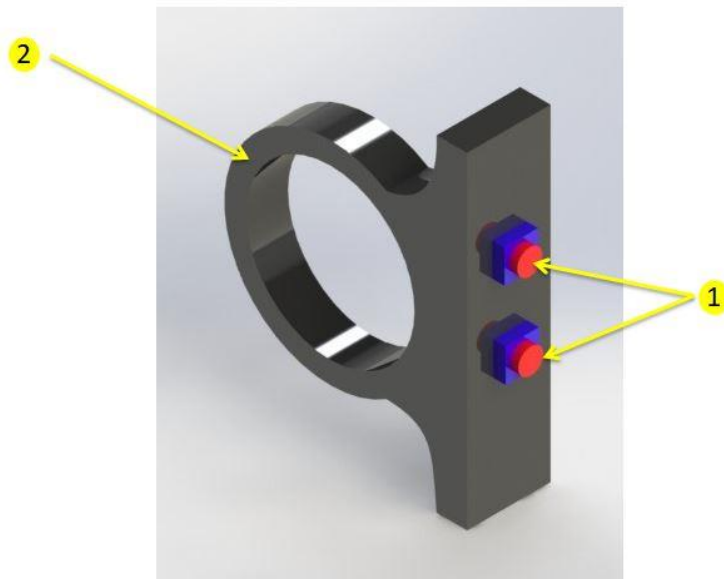
Fonte:< <https://www.falconarmas.com.br/bateria-de-lipo-para-airsoft-evo-7>> Acesso em 01/Ago/2019.

1. **Corpo da bateria;**

2. **Cabos de alimentação.**

O trocador de marchas (Figura 25) é o componente responsável em gerar o sinal para que o servo motor seja acionado e haja a troca de marchas.

Figura 30: Projeto conceitual do Trocador de marchas



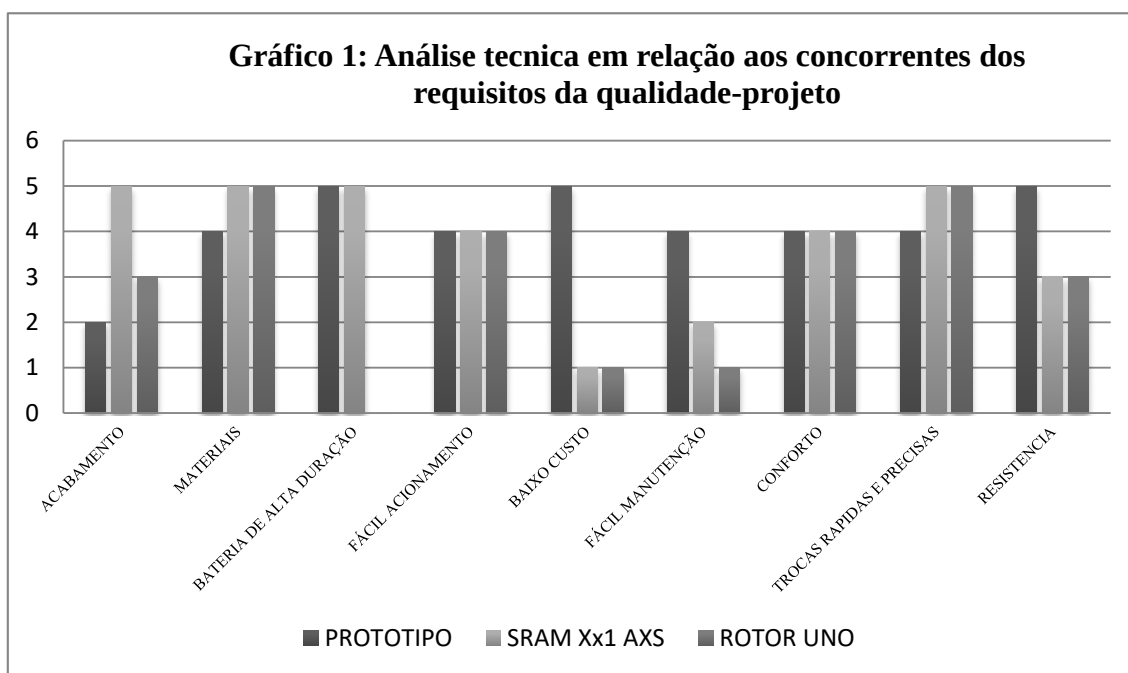
Fonte: Autor, 2019.

- 1. Botões de acionamento:** São responsáveis em gerar o sinal elétrico que é transmitido por fios acionando o servo motor;
- 2. Suporte para o guidão:** É responsável em fixar o trocador no guidão.

5. CONCLUSÃO

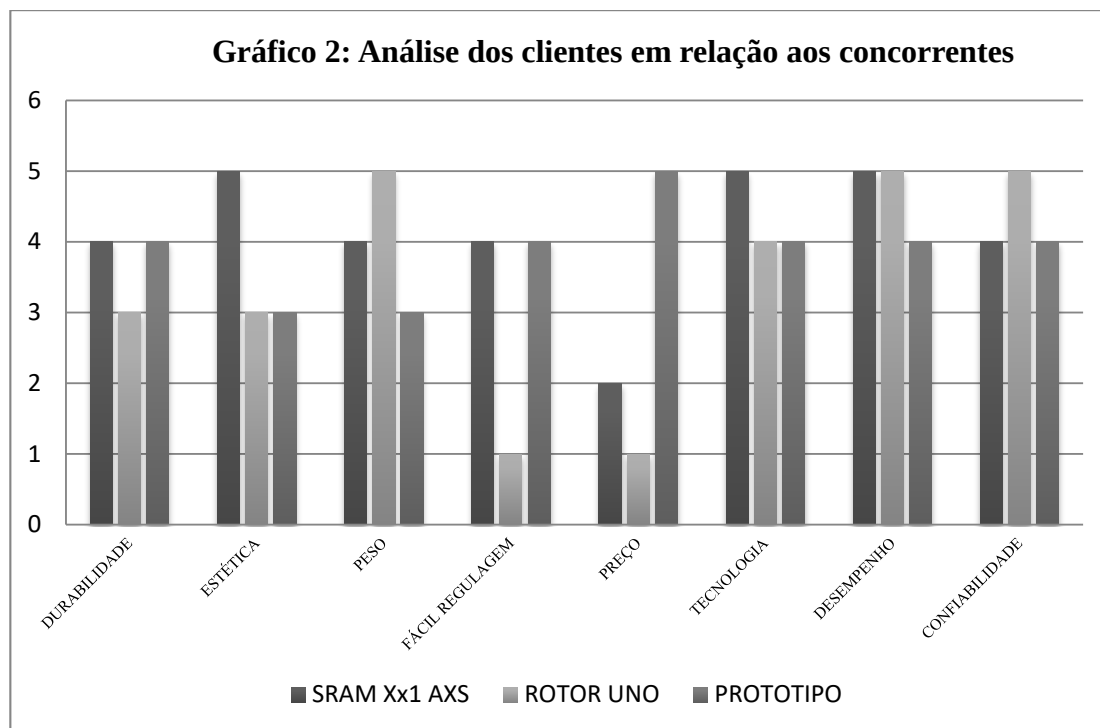
Neste trabalho foi desenvolvido um projeto conceitual de um cambio mecânico comandado eletronicamente, tendo em vista o problema enfrentado pelo usuário com a inconsistência na troca de marchas de um cambio mecânico e também o alto custo dos grupos de troca de marcha de marcas de renome dentro do mercado, com isso foi elaborada uma ideia, onde a partir dela foi aplicada uma metodologia de trabalho. Seguindo todos os passos evidenciados na metodologia ate chegar ao resultado final. Este projeto conceitual reúne as principais características dos modelos oferecidos no mercado, como precisão, durabilidade, resistência, desempenho e com o grande diferencial que é o baixo custo.

Ao analisarmos a matriz QFD mostrada anteriormente na (Figura 18) podemos observar todos os aspectos do projeto conceito e compara-los a seus principais concorrentes. E através dessas analise podemos verificar que o projeto conceitual aqui desenvolvido se sobressai nos aspectos de custo e baixa manutenção que é o principal foco deste projeto como podemos ver no gráfico 1. Também podemos observar que o protótipo se iguala nos requisitos de conforto, fácil acionamento e duração da bateria.



Fonte: Autor, 2019.

Quando considerarmos análise externa dos clientes podemos observar que o preço é um item fundamental na compra do produto. Como podemos ver no (Gráfico 2) o preço é o item que destaca o projeto conceitual de seus principais concorrentes.



Fonte: Autor, 2019.

Considerando que os materiais do projeto são encontrados no mercado com custo de aproximadamente 350\$ podemos estimar que o valor do protótipo será de aproximadamente 25 vezes menor que o preço de um cambio de grande marca.

Com a análise destes resultados podemos concluir que os resultados finais foram alcançados de maneira satisfatória e que os objetivos do trabalho nesta fase foram atingidos como esperado de se obter um cambio com baixo custo, resistente e que tenha o desempenho igual a um câmbio de alto custo.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] **PEDALANDO PELA HISTÓRIA.** Disponível em: <<https://www.trekkingbrasil.com/pedalando-pela-historia/>>. Acesso em: 04 de julho de 2019.
- [2] **HISTÓRIA DA BICICLETA.** Disponível em: http://www.notapositiva.com/old/trab_estudantes/trab_estudantes/eductecnol/eductecnol_trab/historiadabicicleta.htm#vermais>. Acesso em: 04 de julho de 2019.
- [3] **A HISTORIA DE UM MEIO DE TRANSPORTE QUE VIROU ESPORTE.** Disponível em: <<http://www.lightlifestyle.com.br/2016/03/21/a-historia-de-um-meio-de-transporte-que-virou-esporte/>>. Acesso em: 04 de julho de 2019.
- [4] **A ANATOMIA DE UM CÂMBIO TRASEIRO DE UMA BICICLETA.** Disponível em: <<https://www.mtbbrasil.com.br/2013/09/29/a-anatomia-do-cambio-traseiro-de-uma-bicicleta/>>. Acesso em: 04 de julho de 2019.
- [5] **CONHECENDO AS PEÇAS QUE COMPÕEM UMA BICICLETA.** Disponível em: <<http://blog.bicicletasmormaii.com.br/conhecendo-as-pecas-que-compoem-uma-bicicleta/>>. Acesso em 10 de julho de 2019.
- [6] **GRUPO DE CAMBIO E SEUS COMPONENTES.** Disponível em: <<https://www.ativo.com/bike/ciclismo/grupo-de-cambio-e-seus-componentes/>>. Acesso em 12 de julho de 2019.
- [7] **TIPOS DE CÂMBIO E PASSADOR.** Disponível em: <<http://tiposdebike.blogspot.com/p/tipos.html>>. Acesso em 12 de julho de 2019.
- [8] **BIKE ELETRICA: O GUIA DEFINITIVO.** Disponível em: <<https://bicycling.com.br/guia-das-bikes-eletricas/>>. Acesso em 13 de julho de 2019.
- [9] **TECNOLOGIA EM DUAS RODAS: PASSADOR DE MARCHA HIDRÁULICO PARA MOUNTAIN BIKE.** Disponível em: <<https://www.praquempedala.com.br/blog/tecnologia-em-duas-rodas-passador-de-marcha-hidraulico-para-mountain-bike/>>. Acesso em: 20 de julho de 2019.
- [10] **METODOLOGIA MUNARI.** Disponível em: <<https://coisasdedesigner.wordpress.com/2011/04/13/hello-world/>>. Acesso em: 21 de julho de 2019.
- [11] **METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO: BRUNO MUNARI.** Disponível em: <<http://clientes.netvisao.pt/alfredoa/METODOLOGIA/METODOLOGIA%20PROJETUAL%20com%20arroz%20verde.htm>>. Acesso em: 21 de julho de 2019.

- [12] **CRIAÇÃO DE UM PROJETO MECÂNICO.** Disponível em: <<https://escritoriodeprojetos.com.br/forum/projetos/66-criacao-de-um-projeto-mecanico>>. Acesso em: 21 de julho de 2019.
- [13] **HISTORIA DA BICICLETA.** Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/esportes/historia-da-bicicleta>>. Acesso em 25 de julho de 2019.
- [14] **A EVOLUÇÃO DA BICICLETA: INFOGRÁFICO.** Disponível em: <<http://qcveiculos.com.br/a-evolucao-da-bicicleta-infografico/>>. Acesso em 25 de julho de 2019.
- [15] **PESQUISA SOBRE BICICLETAS NO BRASIL.** Disponível em: <<http://movimentoconviva.com.br/abraciclo-pesquisa-sobre-bicicletas-no-brasil/>>. Acesso em 20 de julho de 2019.
- [16] **CÂMBIO ELETRÔNICO OU MECÂNICO? FACILIDADE OU ARTE? QUAL SUA OPINIÃO?.** Disponível em: <<http://revistabikeup.com.br/eletronico-ou-mecanico-facilidade-ou-arte-o-que-voce-pensa-sobre-isso/>>. Acesso em: 20 de julho de 2019.
- [17] **CÂMBIO ELETRÔNICO É FRESCURA?.** Disponível em: <pedal.com.br/cambio-eletronico-e-frescura_texto8423.html>. Acesso em: 20 de julho de 2019.
- [18] **O CÂMBIO ELETRÔNICO PARA MOUNTAIN BIKE FEITO NOS ESTADOS UNIDOS.** Disponível em: <<https://www.bikemagazine.com.br/2012/03/o-cambio-eletronico-para-mountain-bike-feito-nos-estados-unidos/>>. Acesso em: 19 de julho de 2019.