

REDESENHO DE BICICLETA COM FOCO NA SUSTENTABILIDADE E ERGONOMIA POR MEIO DO DESIGN

BICYCLE REDESIGN WITH FOCUS ON SUSTAINABILITY AND ERGONOMICS THROUGH INNOVATION AND DESIGN

Lucas Stein da Silva¹

Marcos Antonio Leite Frandoloso²

Resumo

Em meio a um cenário urbano, está cada vez mais difícil se locomover de forma eficiente e sustentável, em decorrência do grande número de veículos automotores. Assim a bicicleta ressurge como uma alternativa que está ganhando maior visibilidade em centros urbanos devido ao seu custo benefício, e a políticas públicas de bicicletas compartilhadas. Neste trabalho busca-se através de metodologias e estudos de design, aprimorar o modelo de bicicleta comum, fundamentando-se na multidisciplinaridade, integrando disciplinas como ergonomia, biomecânica, ecodesign, materiais e processos de produção, a fim de criar um modelo de bicicleta com uma relação de custo benefício ainda melhor do que a de modelos atuais, proporcionando maiores benefícios aos ciclistas em relação ao bem estar e ao ambiente em questões de produção mais limpa. Assim dando notoriedade ao potencial do design como uma ferramenta de mudança social, mudar comportamentos, fazer as pessoas pensar sobre uma cidade mais sustentável, elevando a cultura material da sociedade.

Palavras-chave: design; bicicleta; sustentabilidade; ergonomia;

Abstract

In the middle of an urban scenario, it is increasingly difficult to move efficiently and sustainably, due to the large number of motor vehicles. Thus the bicycle resurfaces as an alternative that is gaining greater visibility in urban centers due to its cost benefit, and public policies of shared bicycles. In this work, we seek to improve the common bicycle model by means of methodologies and design studies, based on multidisciplinarity, integrating disciplines such as ergonomics, biomechanics, ecodesign, materials and production processes, in order to create a bicycle model with an even better cost-benefit ratio than today's models, providing cyclists with greater benefits in terms of well-being and the environment on cleaner production issues. Thus giving notoriety to the potential of design as a tool of social change, change behaviors, make people think about a more sustainable city, raising the material culture of society.

Keywords: design; bicycle; sustainability; ergonomics;

¹ Acadêmico CST – Design de Produto, Faculdade de Engenharia e Arquitetura - FEAR – UPF, 145372@upf.br

² Professor Mestre, Faculdade de Engenharia e Arquitetura - FEAR – UPF, frandoloso@upf.br

1. Introdução

As disciplinas de Projeto Integrador Multidisciplinares (PIMs) do Curso Superior de Tecnologia em Design de Produto da Universidade de Passo Fundo têm como concepção de ensino e aprendizagem que pressupõe uma postura metodológica interdisciplinar adotada pela instituição, envolvendo professores, alunos e usuários. Têm como objetivo favorecer o diálogo entre as disciplinas que integram o currículo, na perspectiva de contribuir para uma aprendizagem mais significativa e para a construção da autonomia intelectual dos estudantes através da conjugação do ensino com a pesquisa, assim como da unidade teoria-prática, desta maneira, favorece a inter-relação de múltiplas ideias, informações e teorias em intercâmbio contínuo, como reflexiona Pazmino (2017).

Dentro deste âmbito foram propostos diferentes temas a serem desenvolvidos pelos acadêmicos, de acordo com suas perspectivas e análises preliminares de um problema específico, abordando distintas metodologias e teorias de autores como Bomfim (1995); Baxter (2000), Morris (2010), Bonsiepe (2012) e Pazmino (2015).

Assim, a proposta do seguinte trabalho foi o desenvolvimento de uma bicicleta que proporcionasse maiores benefícios ao usuário, como ser versátil, inovadora e sustentável. A mesma não é esportiva (manobras ou circuitos), e sim exclusivamente para passeio e locomoção.

As tradicionais bicicletas possuem características muito semelhantes entre si, as quais não passam por um redesenho inovador há muito tempo. Algumas dificultam a vida de pessoas com baixa estatura, idosas e pessoas com mobilidade reduzida, deixando assim de incentivar o uso. Com isso em vista, torna-se essencial um redesenho dessas bicicletas para algo mais moderno que atenda as necessidades das pessoas.

O projeto possui caráter conceitual, desconstruindo em partes o nosso atual modelo de bicicleta, propondo peças e sistemas diferenciados. O intuito dele não é ser aplicado em sua totalidade, mas sim instigar o aprimoramento das atuais bicicletas servindo de referência para desenvolvedores, assim melhorando aos poucos os futuros modelos. Na história das bicicletas percebe-se um grande índice de desenvolvimento, porém recentemente entrou numa fase estagnada, onde a comodidade dos projetos se destaca, sendo assim se vê poucas inovações reais para o produto.

Focou-se em resolver dois problemas primordiais que são os relacionados aos benefícios ambientais, e aos benefícios à saúde. Bicicletas em geral oferecem risco aos usuários, além da sua produção relativamente suja, enquanto num conceito popular diz-se ser boa para a saúde e para o meio ambiente. Sabendo disso, buscou-se com esse projeto aperfeiçoar essas características, tendo em foco aprimorar o ciclismo de forma que possa cumprir com sua função social e ambiental.

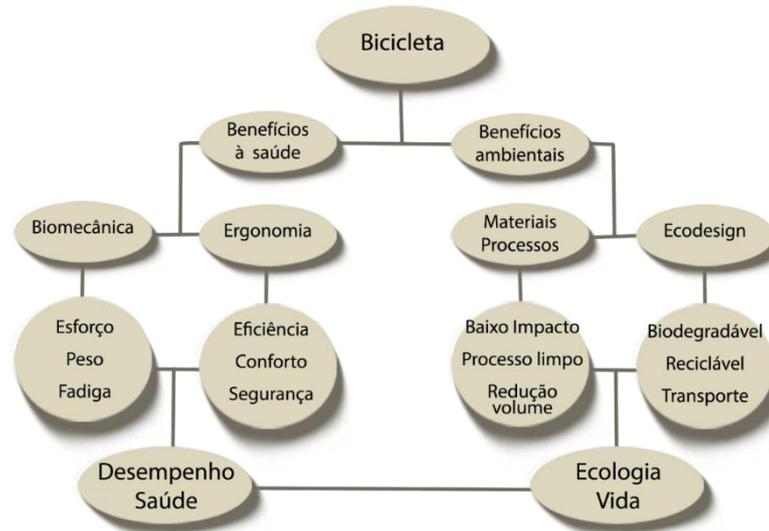
Para resolver tais problemas os estudos se concentraram em dois campos, para os problemas relacionados à saúde, teve-se a Ergonomia e Biomecânica; para os problemas relacionados às questões ambientais teve-se o Ecodesign, Materiais e Processos de Produção. A fim de unir tudo isso e formar algo plausível tiveram-se estudos nas questões Mecânicas e Estruturais. A interdisciplinaridade e multidisciplinaridade dos PIMs ficam desta forma, bastante evidente.

A relevância social e ambiental da bicicleta é indiscutível, por este fato o projeto pretende incentivar o uso da bicicleta, que é um transporte que está em ascensão novamente, após o redescobrimiento do seu custo benefício para a saúde, e para o meio ambiente. Assim expondo o potencial do design como uma ferramenta de mudança social, elevando a cultura

material da sociedade.

Na Figura 1 pode-se observar o diagrama da problematização de forma mais palpável:

Figura 1: Diagrama da problematização.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

2. Estudos Ergonômicos e Biomecânicos

Em questões ergonômicas as bicicletas não se mostram muito eficientes, colocando o usuário em posições desconfortáveis e apresentando engrenagens expostas que propiciam riscos. A falta de regulagens adequadas e simples faz com que as pessoas necessitem de auxílio técnico, e por muitas vezes acabam se adaptando ao produto, quando o produto deveria de adequar ao usuário, de acordo com Roebuck (1975) a antropometria é obviamente a base para a designação do ambiente humano para atender suas dimensões e atingir as suas capacidades.

Os principais pontos de desconforto são as costas, pernas e nádegas que com atividades prolongadas às mesmas se mostram fatigantes. Então recomenda-se mecanismos simples e seguros, assim melhorando a interface do produto, gerando uma experiência melhor para o usuário. Nesse quesito são de extrema importância as referências antropométricas.

A influência da postura no conforto, no desempenho e na prevenção de lesões no ciclismo tem sido temática estudada na última década (Rodano et al., 2002; Salai et al., 1999; Diefenthaler et al., 2008; Potter et al., 2008; Bressel et al., 2005; Akuthota et al., 2005). A postura corporal, os movimentos da pedalada e as características anatômicas da pelve influenciam a forma como o ciclista distribui o seu peso corporal pelo banco, pelo guidão e pelos pedais levando a situações de desconforto ou lesão.

São perceptíveis duas posturas básicas em veículos de duas rodas, observa-se a Figura 2.

Em ambos os veículos se percebe que condutor é projetado para frente, de forma horizontal, tencionando toda sua coluna vertebral. Essa posição é utilizada na categoria esportiva a fim de obter melhor desempenho aerodinâmico, diminuindo o atrito com o ar e alcançando maiores velocidades. Em questões morfológicas do veículo é importante ressaltar

que o assento está sempre próximo ao nível do guidão.

Figura 2: Postura ofensiva.



Fonte: www.amiami.com

Observa-se a Figura 3:

Figura 3: Postura relaxada.



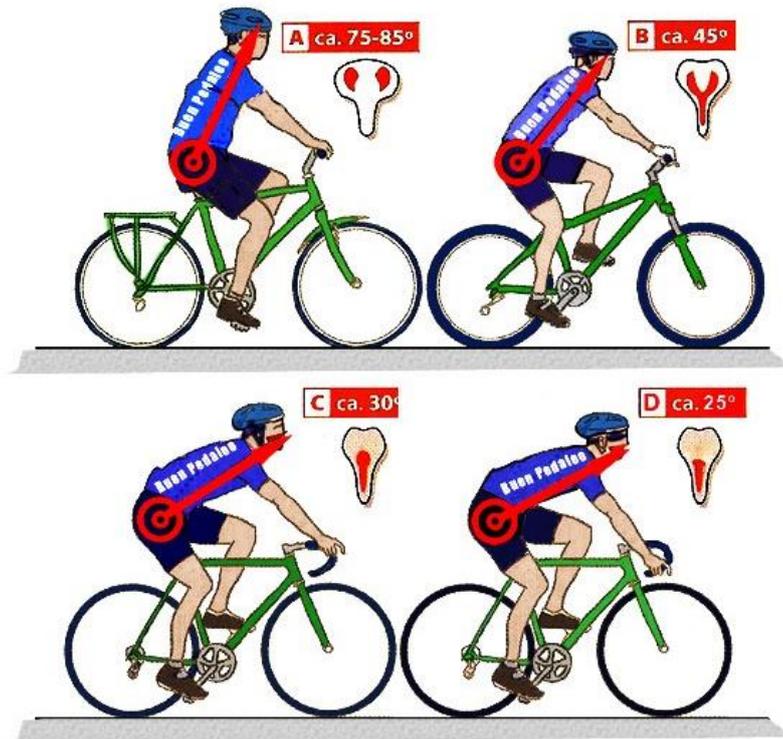
Fonte: www.autopress.be

Em ambos os veículos se percebe que o condutor é alocado numa posição mais vertical, tencionando menos a coluna vertebral. Essa posição visa maior conforto ao usuário, o qual não tem intenção de atingir grandes velocidades. No geral, ergonomicamente ela é mais adequada do que a anterior. Na estrutura desse tipo de veículos o banco se encontra em um nível muito inferior em relação ao guidão. Análise das posições em variação de ângulos em relação a coluna vertebral na Figura 4.

Com a coluna a 45° é possível se perceber uma melhor distribuição da pressão. Em relação a essas posturas é importante enfatizar de que não existe uma postura perfeita, não somos estáticos, o melhor para o organismo é o dinamismo, ou seja, estar sempre alternando posições, para isso é essencial que a bicicleta possua uma estrutura capaz de prover isto. Outro fator relevante dentro da biomecânica é o peso da bicicleta, ele está diretamente ligado ao esforço que o condutor terá que realizar ao pedalar. Ainda falando em peso, o peso do usuário também é relevante, é sabido que mais da metade do peso se concentra no banco, e

que existem diversos tipos de bancos, alguns com uma melhor distribuição da pressão, diminuindo picos de pressão. Os pulsos também são alvos de análise, como visto nas posturas, o condutor está sempre inclinado para frente, se apoiando sobre os pulsos, assim gerando uma pressão contínua sobre os mesmos que podem vir a causar problemas.

Figura 4: Ângulos e distribuição da pressão sobre o banco.



Fonte: www.ropa-ciclismo.com

3. Estudos de Materiais, Processos de Produção e Ecodesign

Haveria uma falta de sentido em projetar uma bicicleta, tendo em vista seus benefícios ambientais em relação a outros meios de transporte, sendo que sua produção tem um potencial nocivo ao meio ambiente. Para isso buscaram-se inovações em questão de materiais e processos dentro do mundo do ciclismo. O que se encontrou foi um quadro de bicicleta produzido em polímero termoplástico biodegradável e reciclável, derivado de plantas, o quadro foi impresso em 3D. Os polímeros vêm aumentando sua importância dentro da indústria e na vida cotidiana nas últimas décadas, e esses materiais ainda tem muito a nos oferecer, seus potenciais e aplicabilidades vêm crescendo constantemente.

Embora alguns fabricantes de bicicletas possuam programas de reciclagem, via de regra a indústria ciclística ainda tem um longo caminho rumo à sustentabilidade. Com o intuito de resolver estes problemas o estúdio de design Eurocompositi criou o projeto Aenimal, que cria os quadros Bhulk com a tecnologia de impressão 3D (Figura 5), cuja matéria prima é o ácido polilático PLA.

Figura 5: Quadro Bhulk produzido pela Aenimal.Fonte: www.aenimal.it

De acordo com Lefteri (2017) o políácido láctico (PLA ou ácido poliláctico) surge do carbono que está armazenado no amido das plantas, que pode ser quebrado em açúcares, até chegar ao PLA. O PLA pode ser extraído de plantas como a batata, o milho e a cana-de-açúcar. Resultando em um material biodegradável e compostável, liberando 60% menos gases de efeito estufa, em relação a outros polímeros, como os derivados de petróleo.

A MTB Brasília (2015) relatou sobre a produção, para a fabricação dos quadros foi utilizada a tecnologia de impressão 3D FDM (Fused Deposition Modeling). Nesse processo as diversas partes do quadro são impressão de uma só vez, camada por camada, de baixo para cima, ao aquecer e extrudar um filamento termoplástico, no caso o PLA. Após a impressão os pedaços do quadro são destacados, lavados e lixados, antes de serem encaixados, colados e curados em um forno especial. O resultado é, segundo os seus desenvolvedores, um quadro com características únicas de resistência mecânica, térmica e química.

A fabricação de um produto rotulado como sustentável não teria sentido se a energia que fosse utilizada em sua fabricação contribuísse para a degradação do meio ambiente. De acordo com a Eurocompositi, a energia gasta para a produção dos quadros Bhulk é muito menor que a necessária na fabricação de outros tipos de polímeros ou na produção da fibra de carbono (muito usado na indústria ciclística atualmente).

Sua produção feita em peças aperfeiçoa o transporte e ainda por vezes o faz desnecessário, tendo em vista que qualquer indústria poderia adquirir o projeto via internet e reproduzi-los, assim fomentando o comércio local, diminuindo custos aos usuários finais além dos benefícios ambientais causados por evitar a queima de combustível relacionado ao transporte. Levando em conta todas as características do material e da produção é importante destacar que o produto atende as estratégias do ecodesign, propondo um produto mais sustentável.

4. Estudos Mecânicos e Estruturais

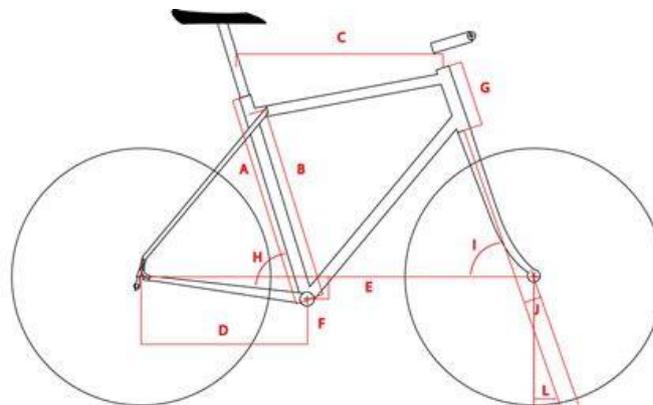
As estruturas do produto e suas mecânicas estão diretamente ligadas aos fatores ergonômicos, biomecânicos, na escolha dos materiais e nos processos de produção. Pois cada fator, cada medida do produto, cada mecanismo, faz parte do conjunto que vai definir sua viabilidade e usabilidade. Por isso a estrutura foi pensada a partir das necessidades do usuário e ainda da capacidade do material definido, e dos processos pelo qual ele passará até se tornar o produto.

Os estudos focaram em aspectos que compreendem o escopo do projeto, partes como as rodas, banco, guidão, pedais e freios não foram relatados.

4.1. Esquadro

As dimensões são de extrema importância, não só quando relacionadas a postura a qual o esquadro estará sujeitando o usuário, mas também em questões de uso, pois dependendo desse dimensionamento a bicicleta quando em movimento pode ficar mais ou menos estável, com mais ou menos trepidações, melhor ou pior qualidade de aceleração, mais rápida, ou lenta a resposta do guidão, entre outros aspectos referentes ao uso da bicicleta. Para que a bicicleta seja confortável e possua um desempenho bom, é necessário levar em conta esses detalhes.

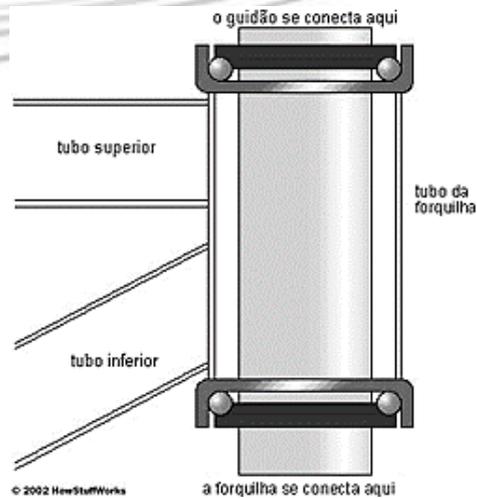
Figura 6: Fatores dimensionais do esquadro.



Fonte: www.pedal.com.br

4.2. Rolamentos

As bicicletas usam rolamentos de esferas para reduzir o atrito. É possível encontrar esses rolamentos nos cubos dianteiros e traseiros das rodas, na caixa de movimento central, onde um eixo liga as duas pedivelas, no tubo da forquilha, dentro do qual a haste do guidão pode girar, nos pedais, na roda livre, onde eles têm uma dupla função (na roda livre, eles também ajudam a fornecer a característica unidirecional). Os rolamentos de esferas do tubo da forquilha são do modelo mais comum e são mostrados na Figura 7.

Figura 7: Rolamentos de esferas do tubo da forquilha.

Fonte: www.howstuffworks.com

Os rolamentos de esferas se movimentam em uma caixa. As porcas cônicas fazem pressão sobre o tubo conectado à forquilha. Essas porcas são ajustadas para ficarem firmes a ponto de não haver folga na forquilha, mas não tão firmes a ponto de trava as esferas e prendê-las. Os cubos da roda e os pedais funcionam exatamente da mesma maneira, com as porcas cônicas fornecendo o ajuste correto. No eixo da pedivela, uma das caixas das esferas é que fornece o ajuste. Colocar um pouco de graxa ajuda os rolamentos de esferas a deslizarem melhor. De vez em quando é necessário desmontar os rolamentos para remover a poeira e trocar a graxa velha por outra nova. As bicicletas mais caras possuem rolamentos selados que nunca precisam de ajuste ou lubrificação.

4.3. Engrenagens

As engrenagens são usadas em milhares de dispositivos mecânicos. Elas realizam várias tarefas importantes, mas a mais importante é que elas fornecem uma redução na transmissão em equipamentos motorizados. E isso é essencial porque, frequentemente, um pequeno motor girando muito rapidamente consegue fornecer energia suficiente para um dispositivo, mas não consegue dar o torque necessário, as mesmas ainda podem ajustar a direção de rotação.

O principal motivo pelo qual as bicicletas têm engrenagens é que elas permitem reduzir o tamanho das rodas. Por exemplo, se você colocar uma engrenagem com 42 dentes na coroa dianteira e uma engrenagem menor com 14 dentes na coroa traseira, a sua relação de engrenagens é de 3 para 1. Nas bicicletas antigas as rodas chegavam a ter mais de 2 metros, e além de oferecer maiores riscos ao usuário, não alcançavam grandes velocidades, nelas a relação era de 1 para 1. Porém com a relação de 3 para 1 pode-se ter uma roda com um terço daquele tamanho, por exemplo $210\text{cm} / 3 = 70\text{cm}$ de diâmetro, o tamanho usado em uma bicicleta normal. E isso é muito mais seguro.

A ideia por trás das engrenagens múltiplas em uma bicicleta é deixar que você altere a distância percorrida pela bicicleta a cada pedalada, ou seja, alterar a relação do giro/pedalada, variando de 0,73 para 1, a 4 para 1. Uma faixa que vai dos 5,4 km/h para os 60 km/h, que deixa o ciclista subir o morro mais íngreme vagarosamente ou correr quase tão rápido quanto um carro. Em relação as bicicletas antigas de roda gigante, isso foi um grande avanço.

Nesse projeto não foi engrenagens em conjunto da correia, para isso será feito um sistema de engrenagens. A vantagem da correia é sua leveza e a habilidade de acoplar muitas engrenagens, preservando a distância entre elas. Porém no produto as engrenagens não estarão tão distantes, tornando viável a não utilização da correia. Evitando problemas como a queda da mesma, ou que o usuário tenha contato direto com as engrenagens. Para isso foi utilizado engrenagens helicoidais.

Os dentes nas engrenagens helicoidais são cortados em ângulo com a face da engrenagem. Quando dois dentes em um sistema de engrenagens helicoidais se acoplam, o contato se inicia em uma extremidade do dente e gradualmente aumenta à medida que as engrenagens giram, até que os dois dentes estejam totalmente acoplados. Este engate gradual faz as engrenagens helicoidais operarem muito mais suave e silenciosamente que as engrenagens de dentes retos. Por isso, as engrenagens helicoidais são usadas na maioria das transmissões de carros.

Devido ao ângulo dos dentes de engrenagens helicoidais, elas criam um esforço sobre a engrenagem quando se unem. Equipamentos que usam esse tipo de engrenagem têm rolamentos capazes de suportar esse esforço. Algo interessante sobre as engrenagens helicoidais é que se os ângulos dos dentes estiverem corretos, eles podem ser montados em eixos perpendiculares, ajustando o ângulo de rotação em 90°.

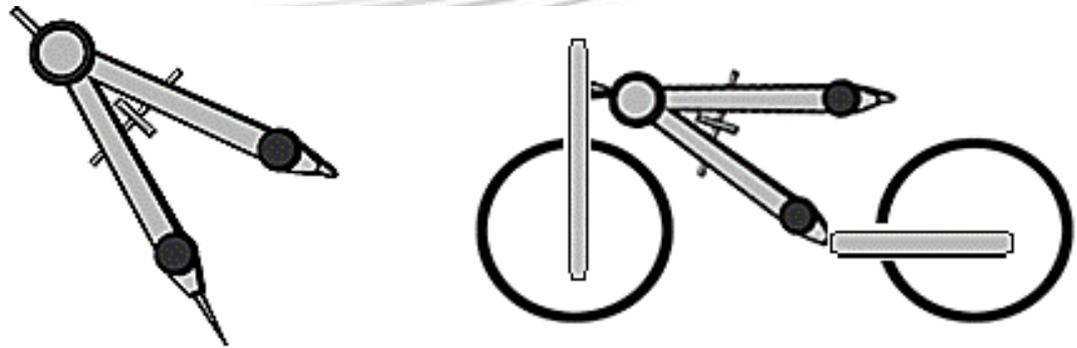
5. Resultados

Foram desenhadas várias alternativas dentro do conceito proposto, porém poucas compreendiam todos os requisitos necessários. Dentre elas podem-se citar estruturas de treliças, de perfil metálico, mesclas de polímeros e metais. Contudo essas alternativas aos poucos guiaram o projeto até a melhor solução, segundo Bürdek (2010) cada objeto de design é o resultado de um processo de desenvolvimento.

O primeiro projeto de uma bicicleta documentado é um desenho de Leonardo da Vinci aproximadamente do ano de 1490. A morfologia das bicicletas geralmente é definida pelos acessórios e principalmente as rodas, tudo gira em torno de alocar as rodas de forma que estructure todo o resto, sendo assim acaba se colocando as necessidades do produto acima das necessidades do usuário, por isso o projeto buscou desconstruir esse método, dando espaço para um produto centrado no usuário, resgatando a simplicidade de outro produto do uso cotidiano, o compasso.

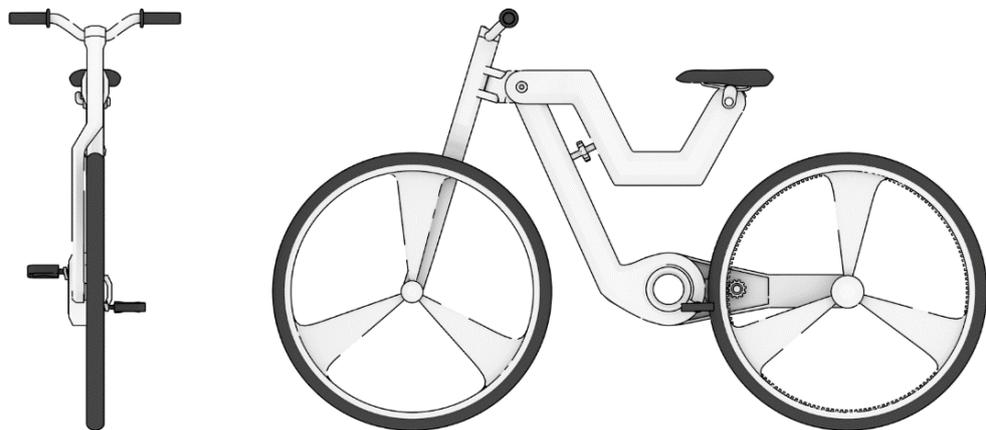
O compasso, também inventado por Leonardo da Vinci, muito usado por pessoas da área de projeto, possui traços simples, e reproduz circunferências de uma infinidade de tamanhos, por ele ser regulável, adaptável. Trazendo isso para o novo produto queremos torna-lo adaptável ao usuário, proporcionando conforto a partir de conceitos ergonômicos, que envolvem ainda segurança e eficiência. O compasso possui precisão e uma extrema simplicidade no uso, isso é eficiência, e é isso que o projeto pretende agregar. Unindo dois projetos do genial e primeiro designer busca-se atingir o aprimoramento, dando origem a Vintidois. Veja a Figura 8.

A Vintidois é uma bicicleta estruturada por um quadro impresso 3D em PLA, o qual proporciona uma relação ótima entre leveza e resistência mecânica, de acordo com *Munari (2008) a experimentação nos permite descobrir novos usos de um material*. Seu material é biodegradável e reciclável, além do processo de produção ser fácil, relativamente barato, aperfeiçoa o transporte, assim sendo acessível e ecológico.

Figura 8: Conteitualização da Vintidois.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

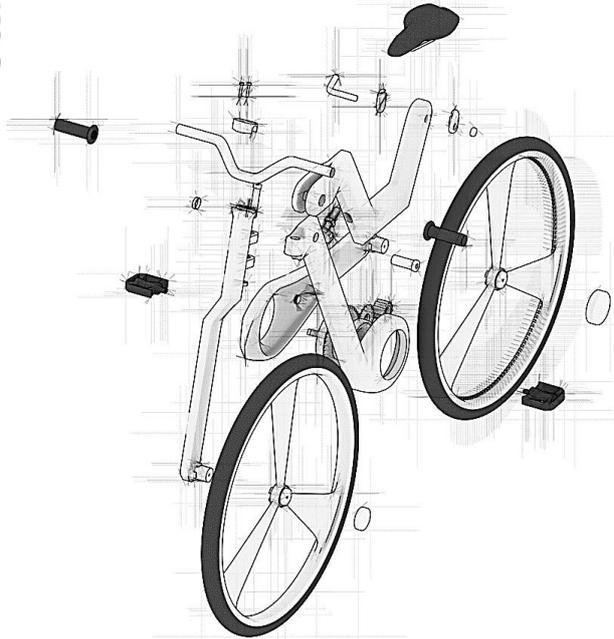
Além do material e processos de fabricação, o produto ainda segue princípios ergonômicos a fim de garantir conforto e segurança ao usuário, zelando por sua saúde, visando o baixo esforço físico, evitando a fadiga, também oferecendo uma variedade de ajustes para diferentes posturas onde busca o dinamismo que o organismo humano requer. Segundo Lida (1990) de um olhar ergonômico, os produtos não são considerados como uma simples disposição da matéria, mas sim como um meio para as pessoas possam executar determinadas atividades. O desenho do quadro busca a estabilidade, e conforto na condução do produto. Suas mecânicas simples oferecem fácil manuseio, regulagem e manutenção do produto.

Figura 9: Desenho da vista frontal e lateral.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

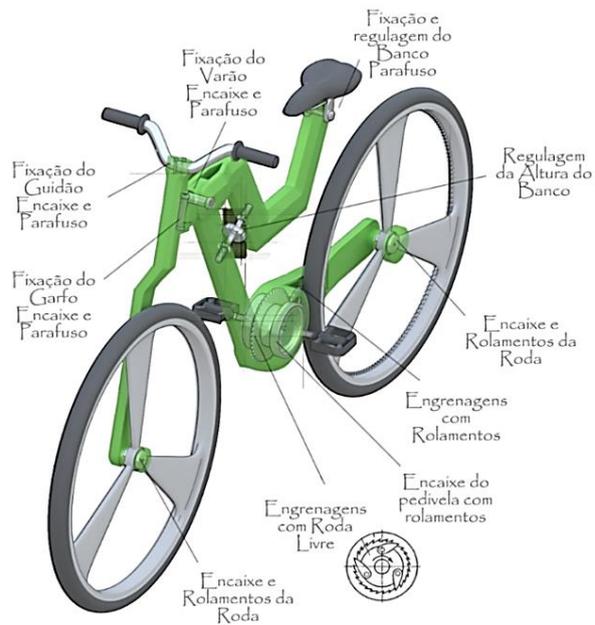
Foram feitas representações tridimensionais do novo produto para melhor visualização do mesmo, observa-se a Figura 9, 10 e 11.

Figura 10: Desenho da vista explodida.



Fonte: Autores.

Figura 11: Desenho com especificações.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

6. Considerações Finais

A nova bicicleta atende aos requisitos propostos na problematização do projeto, assim sendo, o produto possui um potencial de inovação e de mudança social. Seria necessária a fabricação

de um protótipo funcional para real validação da solução, sendo que a mesma se mostrou viável segundo os estudos. Contudo ela cumpre seu papel conceitual como referência para desenvolvedores e fabricantes de bicicletas.

O trabalho desenvolvido cumpre plenamente os objetivos da disciplina de Projeto Integrador Multidisciplinar III – PIM, ao não apenas despertar o interesse pela aplicação das metodologias e conteúdos integrados de todas as disciplinas do CST em Design de Produto, como também apresenta uma solução diferenciada ao problema planteado. Desta forma, cabe ressaltar que os métodos de projeto não apenas devem ser aprendidos, mas especialmente assimilados e praticados.

Referências

- AKUTHOTA, Venu; PLASTARAS, Christopher T.; LINDBERG, Kirstin; TOBEY, John.; PRESS, Joel; GARVAN, Cynthia (2005). The effect of long-distance bicycling on ulnar and median nerves: an electrophysiologic evaluation of cyclist palsy. **American Journal of Sports Medicine**, 33(8), 1224-1230.
- BONFIM, Gustavo A. **Metodologia para desenvolvimento de projetos**. João Pessoa: Editora Universitária, 1995. 69p.
- BONSIEPE, Gui. **Design: como prática de projeto**. São Paulo: Blucher, 2012. 1ª Edição. 216p.
- BRESSEL, Eadric; CRONIN, John. (2005). Bicycle seat interface pressure: reliability, validity, and influence of hand position and workload. **Journal of Biomechanics**, 38, 1325–31.
- BÜRDEK, Bernhard E. **Design: história, teoria e prática do design de produtos**. São Paulo: Blucher, 2010. 2ª Edição. 498 p.
- DIEFENTHAELER, Fernando; BINI, Rodrigo R.; KAROLCZAK, Ana P.; CARPES, Felipe P. (2008). Muscle activation during pedaling in different saddle position, **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, 10 (2), 161-169.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 2ª Edição. 630p.
- LEFTERI, Chris. **Materiais em Design: 112 Materiais para o Design de Produtos**. São Paulo: Blucher, 2017. 1ª Edição. 256p.
- MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem as coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 2008. 2ª Edição. 384 p.
- MORRIS, Richard. **Fundamentos de design de produto**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 184p.
- MTB Brasília, **Aenimal, a bicicleta feita com biopolímero derivado de plantas**. Disponível em: <<http://mtbbrasil.com.br/2015/09/01/designers-criam-quadro-de-bicicleta-feito-com-biopolimero-derivado-de-plantas/>>. Acesso em 29 de abril de 2017.
- PAZMINO, Ana V. **Como se cria: 40 métodos para design de produtos**. São Paulo: Blucher, 2015. 1ª Edição. 278p.
- ROEBUCK, John A. Jr.; KROEMER, Karl H. E.; THOMSON, Walter G. **Engineering anthropometry methods**. New York: Wiley-Interscience: J Wiley, 1975. 459p.
- RODANO, Renato; SQUADRONE, Roberto; SACCHI, Massimiliano; MARZEGAN, Alberto (2002). Saddle pressure distribution in cycling: comparison among saddles of different design and materials. Cáceres, Spain: In **International Symposium on Biomechanics in Sports**, pp. 606–609.

SALAI, Moshe; BROSH, Tamar; BLANKSTEIN, Alexander; ORAN, Ariel; CHECHIK, Aharon (1999). Effect of changing the saddle angle on the incidence of low back pain in recreational bicyclists. **British Journal of Sports Medicine**. 33(6), 398-400