

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Curso de Desenho Industrial

Projeto de Produto

Relatório do Projeto de Graduação

Fibi: bicicleta sustentável



Aline Calixto Matos

Orientadora: Beany Guimarães Monteiro

Escola de Belas Artes

Departamento de Desenho Industrial

Fibi: bicicleta sustentável

Aline Calixto Matos

Orientadora: Beany Guimarães Monteiro

Aprovado por:

Prof. Beany Guimarães Monteiro

Prof. Ana Karla Freire de Melo

Prof. Patricia March de Souza

Rio de Janeiro

Setembro de 2016

- Cf Calixto Matos, Aline
Fibi: Bicicleta Sustentável / Aline Calixto
Matos. -- Rio de Janeiro, 2016.
110 f.
- Orientadora: Beany Guimarães Monteiro.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial,
2016.
1. Sustentabilidade. 2. Transporte Urbano. 3.
Bicicleta. I. Guimarães Monteiro, Beany, orient.
II. Título.

Fibi: bicicleta sustentável

Aline Calixto Matos

Agosto de 2016

Orientadora: Beany Guimarães Monteiro

Departamento de Desenho Industrial/Projeto de Produto

O projeto consiste no desenvolvimento de uma bicicleta urbana ecológica: um meio de transporte limpo produzido de maneira sustentável com o uso de eco-compósito de polímero termoplástico e fibras naturais.

Percebe-se na atualidade, lado a lado com o grande avanço de novos materiais sustentáveis, uma real necessidade do desenvolvimento de meios de transporte alternativos, tanto no âmbito da vivência do usuário, que busca um dia-a-dia mais leve e divertido, quanto, principalmente, no âmbito que se relaciona aos sérios e crescentes problemas ambientais e urbanos que vivenciamos. Uma grande oportunidade de explorar novas tecnologias de materiais e processos e unir às necessidades do mercado.

O projeto objetiva a criação de um meio de transporte, inteligente e acessível, que através do uso de novos materiais e tecnologias, seja capaz de tornar-se uma importante ferramenta para o usuário, trazendo reais melhorias às suas tarefas do dia-a-dia, e ao mesmo tempo gerar conscientização e estabelecer um positivo vínculo com um grande número de usuários, através de campanhas, editais e outros meios.

A solução será gerada através da metodologia de Bruno Munari, a partir da identificação do problema, análise do problema, síntese e solução do problema, validação e avaliação, juntamente com os conceitos do *Ecodesign*.

Fibi: Sustainable bicycle

Aline Calixto Matos

August 2016

Advisor: Beany Guimarães Monteiro

Department: Industrial Design / Project of product

The project is the development of an ecological urban bike: a means of transport cleaned produced in a sustainable manner with the use of eco-composite thermoplastic polymer and natural fibers.

It can be seen today, side by side with the breakthrough of new sustainable materials, a real need to develop alternative means of transportation, both in the user experience, seeking a day-to-day more light and fun, as mainly in the context that relates to the serious and growing environmental problems and urban we experience. A great opportunity to explore new material technologies and processes together to market needs.

The project aims to create a means of transport, intelligent and accessible, which through the use of new materials and technologies, is able to become an important tool for the user, bringing real improvements to their tasks of day-to-day and at the same time raise awareness and establish a positive relationship with a large number of users through campaigns, public announcements and other means.

The solution will be generated by Bruno Munari methodology, from problem identification, problem analysis, synthesis and problem solving, validation and evaluation, along with the concepts of Ecodesign.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: O que é um problema.....	6
Figura 2: Esquematização metodologia double diamond.....	7
Figura 3: Esquematização interrelação das metodologias.....	8
Tabela 1: Personas.....	13
Figura 4: bicicleta urbana.....	15
Figura 5: bicicleta urbana feminina.....	15
Figura 6: bicicleta urbana simples.....	15
Figura 7: bicicleta dobrável.....	16
Figura 8: bicicleta montain bike com suspensão dianteira.....	16
Figura 9: bicicleta montain bike com suspensão dianteira e traseira.....	16
Figura 10: Bicicleta Speed.....	17
Figura 11: bicicleta BMX.....	17
Figura 12: bicicleta infantil.....	17
Figura 13: Elementos da bicicleta.....	18
Figura 14: Estrutura cicloviária nas cidades do Brasil.....	19
Figura 15: ciclovia em Curitiba.....	20
Figura 16: Ciclovia na Avenida Liberdade, São Paulo.....	20
Figura 17: Ciclovia de Sorocaba.....	21
Figura 18: Ciclovia Niemeyer.....	21
Figura 19: VW BIK.E.....	22
Figura 20: E Bike concept.....	23
Figura 21: Vanmoof Electrified.....	23
Figura 22: Ciclovia brilhante.....	24
Figuras 23 e 24: Ciclovia solar Holanda.....	25
Figura 25: Ciclovia Hovenring.....	25
Figuras 26 e 27 Ciclovia serpente.....	26
Figuras 28 e 29: Ciclovia solar e coberta da Coreia do Sul	27
Figuras 30 e 31: Túnel de Morlans.....	28

Figura 32: Bicicleta Muzzicycles	29
Figura 33: Quadros bicicleta muzzicycles.....	29
Figura 34: Bicicleta Caloi Aventura.....	30
Figura 35: Bicicleta Caloi 300.....	31
Figura 36: Bicicleta Walk Urbano.....	32
Figura 37: Bicicleta urbana premium	33
Figura 38: Calou city tour.....	34
Figura 39: bicicleta Metier Mixtie.....	35
Figura 40: Parâmetros da matriz MET.....	37
Figura 41: Matriz MET exemplificada.....	37
Figura 42: Geração de ideias.....	38
Figura 43: Geração de ideias exemplificada.....	38
Figura 44: Roda de LIDS.....	39
Figura 45: Exemplo de roda de LIDS completa.....	40
Figura 46: Comparação entre Compósito HDPE/pó de madeira e HDPE granulado.....	45
Figura 47: Extrusora processando perfil de madeira plástica.....	46
Figura 48: friso decorativo de painel de porta injetado em polipropileno e em compósito de fibra natural, de cima para baixo.....	47
Figura 49: Pellets de WPC.....	48
Tabela 2: Propriedades do WPC (EVO produtos sustentáveis).....	49
Figura 50: Peças da linha EVO produtos sustentáveis.....	49
Figura 51: Peças da linha EVO produtos sustentáveis 2.....	50
Figura 52: Deck e pergolado de madeira plástica.....	50
Figura 53: substituição da madeira comum por madeira plástica.....	50
Figura 54: Pellets de WPC Beologic.....	51
Figura 55: Posição na bicicleta urbana.....	53
Figura 56: Variações extremas do corpo humano.....	54
Figura 57: Medidas de bicicletas.....	54
Figura 58: Dimensoes quadro.....	55

Figura 59: Diferença entre tamanhos de quadros.....	55
Tabela 3: Medida universal de quadros para mulheres.....	56
Tabela 4: Medida universal de quadros para homens.....	56
Figura 60: Medida entre-pernas.....	57
Tabela 5: Dimensionamento x usuário.....	57
Figura 61: comparação tamanhos P, M e G.....	58
Tabela 6: requisitos e restrições.....	60
Figura 62: Moodboarding.....	62
Figura 63: borboleta tons de azuis.....	62
Figura 64: Montagem texturas.....	63
Figura 65: Montagem objetos de compósito.....	63
Figura 66: Estudo da forma 1.....	64
Figura 67: Estudo da forma 2.....	64
Figura 68: Estudo da forma 3.....	64
Figura 69: alternativa 1.....	65
Figura 70: alternativa 2.....	66
Figura 71: alternativa 3.....	67
Figura 72: alternativa 4.....	68
Figura 73: alternativa 5.....	69
Figura 74: alternativa 6.....	70
Figura 75: Alternativa 7.....	71
Figura 76: Alternativa 8.....	72
Figura 77: alternativa 9.....	73
Tabela 7: análise quantitativa das alternativas.....	74
Figura 78: alternativas escolhidas.....	74
Figura 79: Análise quadro 6 propriedades.....	75
Figura 80: Análise quadro 6 forças.....	76
Figura 81: análise quadro 6 fator de segurança.....	76
Figura 82: Análise quadro 6 deslocamento e stress.....	77

Figura 83: Análise quadro 8 propriedades.....	77
Figura 84: Análise quadro 8 forças.....	78
Figura 85: Análise quadro 8 fator de segurança.....	78
Figura 86: análise quadro 8 deslocamento e stress.....	79
Figura 87: selím royal plus city.....	80
Figura 88: canote de selím	80
Figura 89: Argola de selím.....	80
Figura 90: Cesta de arame WG	81
Figura 91: Jogo de freio V brake logan.....	81
Figura 92: Kit de engrenagens de câmbio shimano.....	81
Figura 93: Pedal ½ freestyle royal selle.....	82
Figura 94: Bagageiro traseiro.....	82
Figura 95: Farol dianteiro topeak.....	82
Figura 96: Aro e raios 24”.....	83
Figura 97: Pneu kenda slick para asfalto.....	83
Figura 98: Camara de ar aro 24 kenda	83
Figura 99: Guidão de bike high one.....	84
Figura 100: Mesa de guidão GIOS.....	84
Figura 101: Espelho retrovisor redondo para bicicleta.....	84
Figura 102: Quadro em perspectiva.....	85
Figura 103: Elementos do quadro.....	86
Figura 104: Elementos do quadro projetado.....	86
Figura 105: Detalhes do quadro.....	87
Figura 106: Dimensões gerais do quadro.....	87
Figura 107: Conjunto bicicleta em perspectiva.....	88
Figura 108: Vista explodida com listagem de elementos.....	89
Figura 109: Vista de topo ilustrativa.....	89
Figura 110: Perspectiva ilustrativa.....	90
Figura 111: Detalhe roda traseira.....	90

Figura 112: Vista frontal ilustrativa.....	91
Figura 113: Conjunto com quadro amarelo.....	91
Figura 114: Conjunto com quadro bege.....	92
Figura 115: Conjunto com quadro cor de laranja.....	92
Figura 116: conjunto com quadro cinza e verde.....	93
Figura 117: Conjunto com quadro verde.....	93
Figura 118: Ambientação em ciclovia no Rio de Janeiro.....	94
Figura 119: Ambientação bicicletário em praça pública.....	95
Figura 120: Ambientação em rua asfaltada.....	95
Figura 121: Ambientação em parque.....	96
Figura 122: Dimensoes gerais conjunto.....	97
Figura 123: Estimativas de comprimentos de partes do corpo em pé, em função da estatura H.....	98
Figura 124: Teste bidimensional de adequação de percentis.....	99
Figura 125: Teste tridimensional de adequação do percentil médio em quadro M.....	99
Figura 126: Roda de LIDS preenchida.....	101

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1: DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.1 Esclarecimento do tema	2
1.2 Objetivo	2
1.3 Justificativa	2
1.4 Cronograma	3
CAPÍTULO 2: ESTUDOS PRELIMINARES.....	4
2.1 Metodologia projetual	4
2.2 Estudo e contextualização do usuário	8
2.3 Mapa de empatia ou persona	13
2.4 Tipos de bicicleta	15
2.5 Mapeamento do contexto cultural e estrutural do objeto	18
2.6 Inovações	22
2.7 Pesquisa e análise de similares	28
2.8 Ecodesign: conceitos e ferramentas	35
2.9 Materiais e tecnologias	40
2.9.1 Materiais dos quadros convencionais.....	40
2.9.2 Materiais compostos.....	41
2.9.3 Propriedades e processos dos compósitos.....	44
2.9.4 Principais fabricantes e aplicações.....	49
2.10 Estudo ergonômico	51
2.11 Antropometria e dimensionamento	53
CAPÍTULO 3: RECOMPILAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	59
3.1 Requisitos e restrições	59
CAPÍTULO 4: CONCEITO.....	62
4.1 Estudo da forma	62
4.2 Geração e análise de alternativas	64
4.3 Análise estrutural	74
4.4 Lista de elementos complementares	79

4.5 Quadro	85
4.6 Arranjo	88
4.7 Ambientação	94
4.8 Aspectos estéticos e estruturais	96
4.9 Aspectos ergonômicos	98
4.10 Aspectos econômicos e sociais	100
4.11 Aspectos relacionados à sustentabilidade	100
CONCLUSÃO.....	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
ANEXOS:	
<i>ANEXO I: DESENHOS TÉCNICOS</i>	

INTRODUÇÃO

A proposta do projeto em questão surgiu ao observar um instante do imenso caos em que vivemos e a necessidade de viver uma vida mais natural. A necessidade de imaginar uma vida mais prática, onde não se tenha que perder horas para ir de casa ao trabalho, ou perder a saúde pouco a pouco, em congestionamentos sem fim. O trânsito de automóveis nas grandes cidades e a falta de espaço beira ao limite e pede soluções eficientes de transportes alternativos.

Se olharmos em outra direção, ao ver um planeta saturado por anos e anos de consumo inconsciente e acelerado, e de produtos que geram demasiados resíduos, observamos a necessidade de uma nova forma de criar, mais responsável. Tal forma que se torna viável, dia após dia devido ao grande avanço de novos materiais e tecnologias. Os eco-compósitos vem ganhando força por sua eficiente combinação entre resistência e leveza, por seu reduzido impacto ambiental, e por seu baixo custo. Combinação perfeita para o desenvolvimento de um transporte alternativo, como a bicicleta.

Da busca por um meio de transporte mais eficiente, limpo, econômico, saudável e prático surge a oportunidade do aprimoramento da bicicleta, um objeto com uma extensa lista de atributos, capaz de solucionar grandes problemas de mobilidade urbana, incorporando o uso de materiais sustentáveis, limpos, resistentes, leves e mais baratos.

Conclui-se o projeto com os resultados expostos no presente relatório, que está organizado em 4 Capítulos. No primeiro busca-se esclarecer o tema, estabelecer objetivos e fixar o cronograma. No segundo é realizado o levantamento de informações primordiais para o prosseguimento do projeto através dos estudos preliminares. O terceiro capítulo consiste na recompilação e análise dos dados coletados no capítulo 2. Nos capítulos 4 e 5 são definidos todos os aspectos relativos ao conceito desenvolvido, assim como materiais e tecnologias empregados.

CAPITULO 1: DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

1.1 Esclarecimento do tema

O projeto consiste no desenvolvimento de uma bicicleta urbana composta por material eco-compósito de polímero termoplástico mesclado à fibras naturais.

1.2 Objetivo

O objetivo do projeto consiste em solucionar problemas relativos ao transporte urbano atual, paralelamente à grande revolução ambiental em que vivemos, com a inovação no emprego de materiais no design do quadro de uma bicicleta urbana e o estímulo da utilização de meios de transporte limpos.

Um meio de transporte acessível, que permita ao usuário locomover-se de forma mais natural, prática, rápida e econômica, e por outro lado, consumir de forma mais responsável. Um produto desenvolvido sob os conceitos do Ecodesign, com o uso de eco-compósitos, que substitua a bicicleta convencional, tornando-se um importante meio de transporte sustentável.

1.3 Justificativa

A mobilidade urbana é sem dúvida uma das grandes preocupações atuais. Por diversas razões percebe-se a grande necessidade da exploração de meios de transportes alternativos. Por um lado, a crescente frota de automóveis e uma estrutura espacial insuficiente próxima de seu limite, que necessitam com urgência de perspectivas positivas. Por outro um transporte público sucateado e saturado deixam clara a grande necessidade de transportes alternativos.

Não menos importante é a preocupação com o meio ambiente. Mudanças climáticas, e o esgotamento dos recursos naturais mostram um planeta saturado e a necessidade de uma nova forma de pensar, mais responsável. Já não cabem mais meios de transporte poluentes, ou que necessitem de materiais não renováveis para seu funcionamento. A grande necessidade é a mobilidade através de produtos que não poluam e que sejam ecologicamente eficientes em todas as fases de seu ciclo de vida.

CAPÍTULO 2: ESTUDOS PRELIMINARES

2.1 Metodologia projetual

O projeto a seguir desenvolve-se através da metodologia de Bruno Munari, que consiste em uma série de operações, dispostas em uma ordem ditada por sua experiência. O objetivo é conseguir o máximo resultado com o mínimo esforço.

Segundo Munari (1983, p.39) “El problema no se resuelve por sí mismo, pero en cambio contiene todos los elementos para su solución; hay que conocerlos y utilizarlos en el proyecto de solución.”

As operações (figura 1) se iniciam com a definição do problema e seguem conforme listadas detalhadamente abaixo.

- **Definição do problema:** É necessário começar pela definição do problema, a fim também de definir os limites pelos quais deve caminhar o projeto. Os problemas não são suficientemente resolvidos por aqueles que os propõe.

“Supongamos que el problema consista en proyectar una lámpara, habrá que definir si se trata de una lámpara de sobremesa o de aplique, de estudio o de trabajo, para una sala o para un dormitorio. Si esta lámpara tendrá que ser de incandescencia o fluorescente o de luz diurna o de otra cosa. Si tiene que tener un precio límite, si va a ser distribuida en los grandes almacenes, si deberá ser desmontable o plegable, si deberá llevar un termostato para regular la intensidad luminosa, y cosas por el estilo.” (MUNARI, 1983, p.40)

- **Elementos do problema:** Uma vez definido o problema, o próximo passo é descompô-lo em seus diversos elementos e conhecê-los melhor. O objetivo é conhecer os pequenos problemas que se escondem atrás dos problemas maiores. Uma vez expostos os problemas um a um, volta-se a compor a partir de todas as características funcionais de cada uma das partes, sejam elas materiais, psicológicas, ergonômicas, estruturais, econômicas e formais.

- **Recompilação de dados:** Para projetar com maior segurança e eficiência é necessário que o projetista tenha informações sobre cada subproblema

particular. Cada subproblema pode ser resolvido e tem uma solução correta a partir de diversas soluções aceitáveis. Posteriormente deve-se conciliar as diferentes soluções com o projeto total, que consiste justamente na coordenação criativa das soluções dos subproblemas.

- **Análise dos dados:** Logo, todos os dados deverão ser analisados para ver como foram resolvidos todos os subproblemas, a fim de encontrar falhas e orientar novos caminhos.

- **Criatividade:** Agora já se tem material o bastante para começar a projetar. Nesta fase o processo projetual muda a favor de uma forma mais criativa.

“La creatividad reemplazará a la idea intuitiva, vinculada todavía a la forma artístico-romántica de resolver un problema. Así pues, la creatividad ocupa el lugar de la idea y procede según su método. Mientras la idea, vinculada a la fantasía, puede proponer soluciones irrealizables por razones técnicas, de materiales o económicas, la creatividad se mantiene en los límites del problema, límites derivados del análisis de los datos y de los subproblemas.” (MUNARI, 1983, p. 52)

- **Materiais e tecnologias:** A operação consiste em uma busca de dados relativos aos materiais e às tecnologias que o projetista tem à sua disposição no momento do desenvolvimento do projeto.

- **Experimentação:** É agora o momento de realizar uma experimentação dos materiais e técnicas aplicados no projeto.

- **Modelos:** A produção de modelos permitem provas e informações que ajudam a resolver subproblemas e contribuir para a solução total.

- **Verificação:** Neste momento se apresenta os modelos produzidos à um determinado numero de usuários e se pede que deem uma opinião sobre o objeto. Sobre

as opiniões em questão, principalmente as que tenham valor objetivo, verifica-se a possibilidade da realização de modificações nos modelos.

- **Desenhos construtivos:** A última etapa do processo metodológico são os desenhos construtivos, que terão que servir para comunicar a uma pessoa que não esteja a par do projeto, todas as informações úteis para preparar um protótipo.

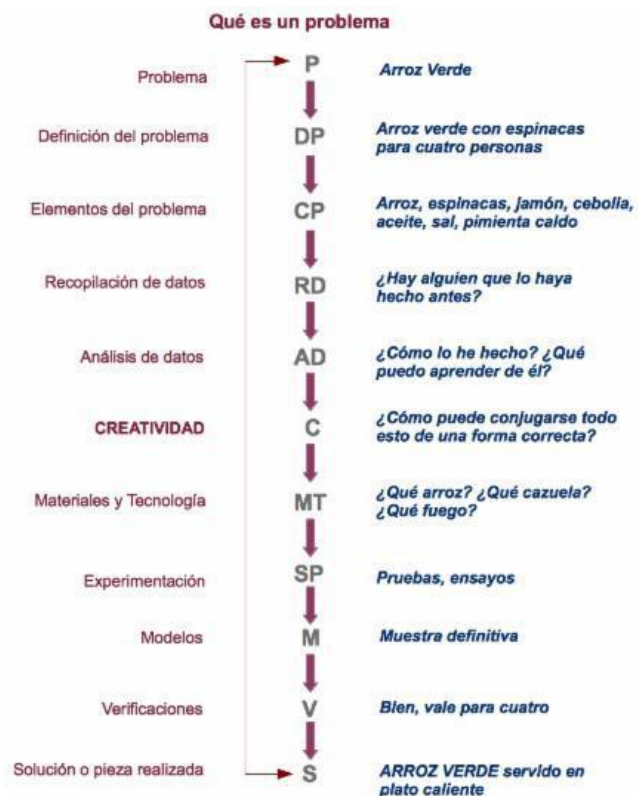


Figura 1: O que é um problema

Fonte: Disponível em <http://garciaolmedo-cuero.es/8.html>. Acesso em 01/01/16

Como complemento à metodologia de Munari, e ao observar as inovações no desenvolvimento de projeto de produto, viu-se a necessidade de buscar novas maneiras de pensar, metodologias que busquem maior pluralidade e sejam capazes de guiar projetos mais focados no ser humano e inseridos no contexto mundial atual.

“No mundo em que vivemos, precisamos pensar em novas escolhas, em novos futuros que consigam responder a complexidade do mundo de hoje. Pensar e agir da mesma maneira como agimos há 100 anos atrás, não vai nos levar a futuros diferentes. O Design Thinking propõe uma nova maneira de pensar, baseado em 3 grandes valores: empatia, colaboração e experimentação.”(ESCOLA DESIGN THINKING, 2016)

Buscando maior interação e flexibilidade no desenvolvimento do presente projeto decidiu-se realizar a mescla da metodologia de Munari e o processo inovador Double Diamond, criado em 2005 pelo Design Council UK.

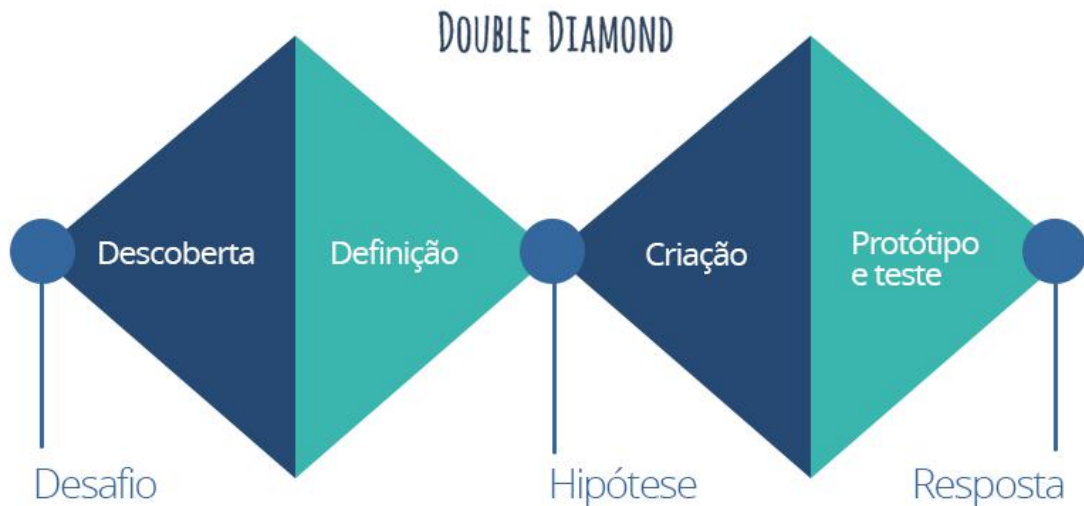


Figura 2: Esquemática metodologia double diamond
 Fonte: Disponível em <http://startupfellowship.com/>. Acesso em 25/11/15

O processo (figura 2) consiste em 4 fases intercaladas por pontos de decisão. Entre a descoberta e a definição deve-se abrir, colher informações de forma ampla e abrangente, para posteriormente tomar a melhor decisão (Hipótese). Ao partir da hipótese, novamente busca-se amplificar a criatividade, gerando alternativas diversificadas, para posteriormente tomar decisões e chegar a melhor solução possível.

Ao buscar a interação entre a tradicional metodologia de Munari e a inovadora Double Diamond observa-se, em destaque a característica que contrapõe ampliações e pontos de decisão da segunda metodologia em contraste com a linearidade de primeira.

Do primeiro diamante extrai-se na primeira metade as fases definição do problema e os elementos do problema, como descritos na metodologia de Munari, partindo, na segunda metade, para a recopilção e análise dos dados.

Do segundo diamante, a criatividade torna-se primordial em ambas as metodologias, seguindo para o estudo de materiais e tecnologias e caminhando, no segunda metade do diamante para a experimentação, verificação e a solução através de desenhos construtivos. Tal interrelação pode ser observada na figura 3.

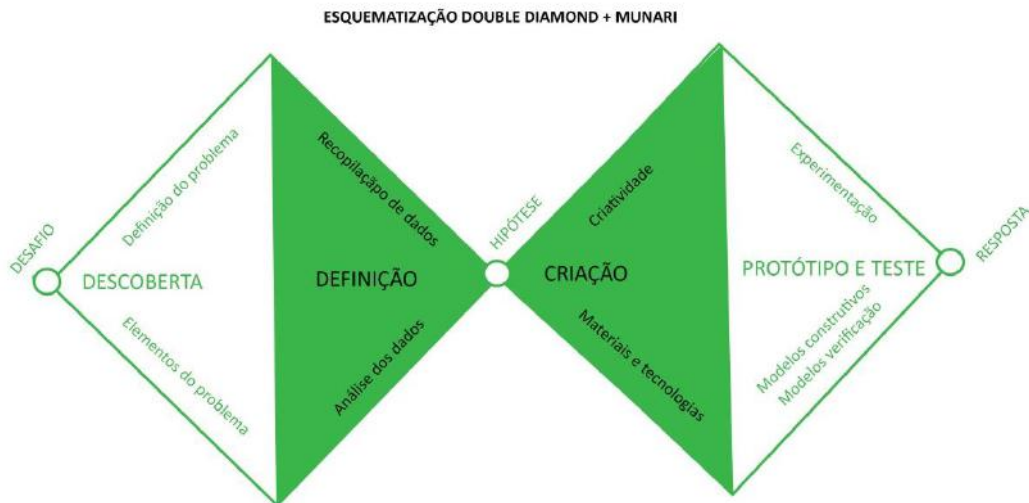


Figura 3: Esquematização interrelação das metodologias
Fonte: do autor

2.2 Estudo e contextualização do usuário

O primeiro passo no estudo e contextualização do usuário consiste na elaboração de um questionário. O objetivo foi conhecer o usuário, o que o leva a utilizar a bicicleta como meio de transporte, ou o contrário, o que o faz deixar de utilizá-la. O principal enfoque é observar a imagem do objeto através de usuários de diversos contextos culturais e geográficos, as vantagens ou incômodos que cada um observa em sua vivência.

Cada pergunta busca respostas rápidas e intuitivas, a fim de conhecer a real imagem do objeto, o que o torna eficiente ou não.

TRANSPORTE URBANO: BICICLETA

Nome:

Idade:

Cidade e bairro:

Pensando na bicicleta como meio de transporte urbano, quais são as palavras que vem imediatamente à sua mente?

Com que frequência utiliza a bicicleta para locomover-se em sua cidade?

Por que? Vantagens e incômodos.

Qual tipo de bicicleta utiliza?

() Comum com marcha

() Comum sem marcha

() Dobrável

() Elétrica

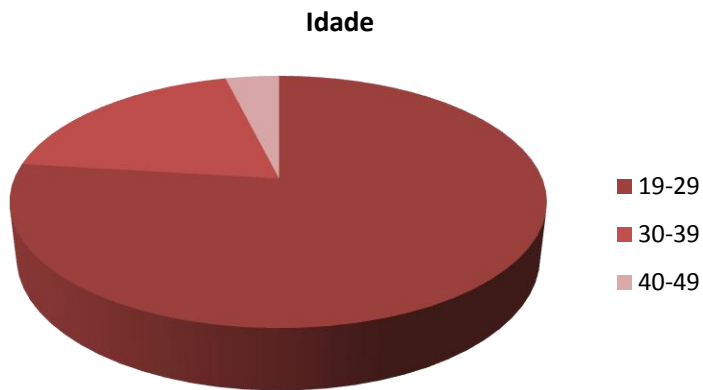
() Híbrida

() Outro

O que, para você, é indispensável em uma bicicleta para transporte no dia-a-dia?

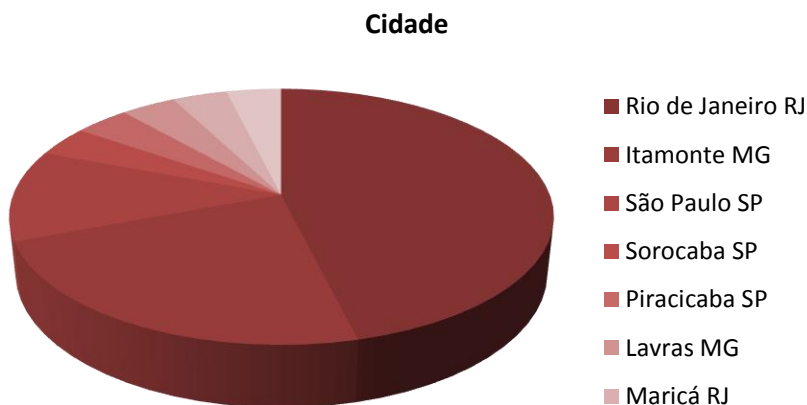
A síntese e análise das respostas foram organizadas em gráficos e esquemas imagéticos, expostos a seguir.

P1.1: Idade



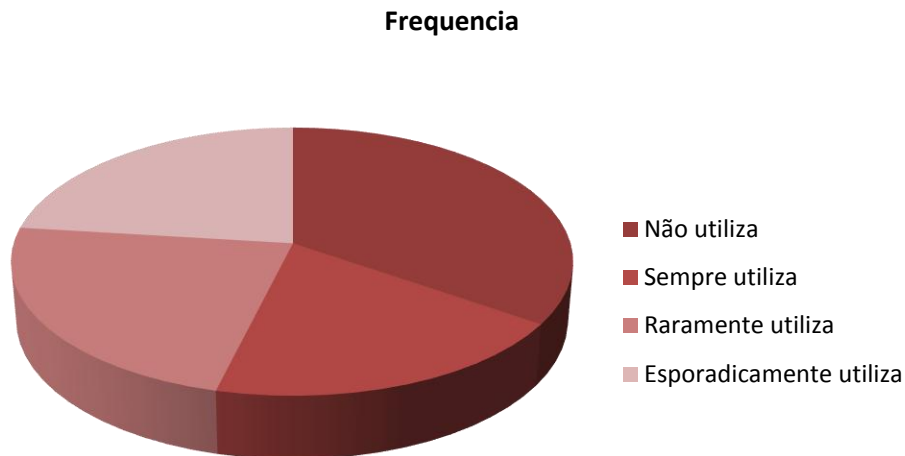
A grande maioria dos entrevistados (total de 50 respostas) está entre 19 e 29 anos.

P1.2: Cidade/Município



Pode-se observar uma grande variedade de cidades, pequenas, médias e grandes, o que pode ser considerado extremamente benéfico para a pesquisa. Desde o início, decidiu-se observar uma contextualização ampla, em diversos cenários geográficos e culturais, com o objetivo de projetar uma bicicleta flexível e adaptável a tais diversidades.

P3: Com que frequência utiliza a bicicleta para locomover-se na sua cidade?

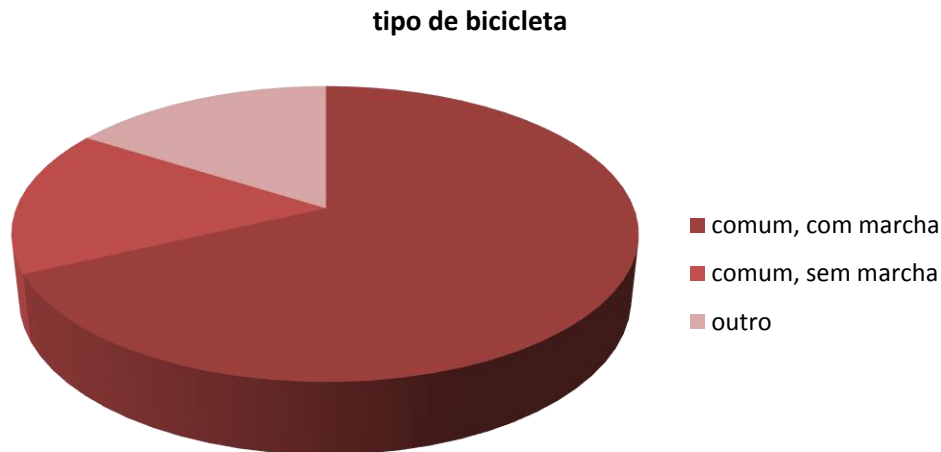


P4: Por quê? (vantagens e incômodos)



Neste momento, pode-se observar o destaque das palavras ECONOMIA, SAÚDE, FALTA DE CICLOVIAS e INSEGURANÇA, afirmando a necessidade do desenvolvimento de um produto simplificado e eficiente, e mais uma vez, de um levantamento da estrutura atual das ciclovias e outros meios complementares à bicicleta, assim como previsões e tendências.

P5: Qual tipo de bicicleta utiliza?



O tipo comum, com marcha é o mais utilizado. Nenhum entrevistado afirmou possuir os tipos, elétrica, dobrável e híbrida.

P6: O que, para você, é indispensável em uma bicicleta para transporte do dia-a-dia?



Nesta pergunta específica todas as respostas serão tomadas como requisitos no desenvolvimento do projeto, cada uma delas com seu respectivo peso. Mostram-se essenciais a

escolha de marchas eficientes, selim que proporcione conforto, freios de qualidade, espelhos retrovisores, compartimento para transporte de pequenas cargas, buzina, sinalização luminosa.

2.3 Mapa de empatia ou Persona

Ao concluir a análise dos resultados do questionário aplicado vê-se a necessidade de convergir os diversos pontos de vistas e contextos extraídos em um único ponto de vista. Para isso será utilizada a ferramenta mapa de empatia ou persona. Descrito pela Escola Design Thinking como a definição de um usuário específico a partir de dados de pesquisa para desenhar uma solução para alguém.

As informações coletadas transformaram-se em um mapa de persona, com os desejos, os medos, as prioridades da maior parte dos entrevistados.

O objetivo é utilizar o método no processo de Design para definir e priorizar os requisitos.

De acordo com Lidwell, W. Holden K. e Butles J. (2010, pg. 182) “ Normalmente, cada persona é representada por uma fotografia, um nome, uma descrição e por detalhes sobre interesses específicos e comportamentos relevantes.”

			
Nome	Clara	Ronaldo	Lucia
Idade	26	33	46
Cidade	Lavras/MG	Rio de Janeiro/RJ	Itamonte/MG

O que pensa sobre a bicicleta	Praticidade	Saúde, Sustentabilidade, Praticidade, Perigo	Liberdade
Frequencia de uso e motivações	Sempre utiliza a bicicleta para ir a faculdade, ir ao ballet e visitar amigos porque é ecologicamente correta, econômica e anti-stress	Não utiliza a bicicleta porque em seu trajeto não existem ciclovias, percorre longas distancias diariamente e possui pouco espaço em casa.	Utiliza a bicicleta diariamente para ir ao trabalho e para seus afazeres em geral porque é mais rápida e econômica
Anseios	Gostaria de levar sua bagagem com mais conforto para a faculdade e se incomoda com dias chuvosos	Utilizaria a bicicleta porque é Econômica, Rápida, Ecológica e proporciona uma vida mais saudável	Se incomoda com o transito, ter que dividir o espaço com pedestres e automóveis
Tipo de bicicleta	Comum, com marcha	Comum, sem marcha	Comum, com marcha
Requisitos indispensáveis na bicicleta	Para ela, é indispensável que a bicicleta seja confortável, possua espaço para transporte de cargas, possua sinalização luminosa e buzina.	Para ele, é indispensável que a bicicleta tenha boas marchas, qualidade, seja confortável, leve e transportável.	Freios de qualidade, buzina, conforto.

Tabela 1: Personas
Fonte: do autor

2.4 Tipos de bicicletas

A fim de orientar decisões relativas aos atributos que deverá ter o objeto, foi realizado um levantamento de dados relacionados aos tipos de bicicletas existentes no mercado atual, suas funções principais e componentes, conforme descrito a seguir nas Figuras 4 a 12, disponíveis no site escoladebicicleta.



Figura 4: bicicleta urbana

Urbana

“Normalmente fabricadas com rodas aro 700, que são mais confortáveis que as de aro 26. A geometria é voltada para o conforto e estabilidade, normalmente mantendo uma posição do ciclista mais em pé, o que diminui a facilidade de manter alta velocidade e vencer subidas. Podem ter paralamas, bagageiro, farol, lanterna...”



Figura 5: bicicleta urbana feminina

Urbana feminina

“Bicicleta urbana com desenho de quadro específico para as mulheres. Alguns modelos são também montados com rodas 26 polegadas. Normalmente são equipadas com farol, lanterna, bagageiro e buzina”



Figura 6: bicicleta urbana simples

Urbana simples

“Uma tendência atual Bicicleta simples, sem marchas (single speed), quadro de aço e rodas 700 Leves e rápidas para uso na cidade Existem também as versões femininas.”



Figura 7: bicicleta dobrável



Figura 8: bicicleta montain bike com suspensão dianteira



Figura 9: bicicleta montain bike com suspensão dianteira e traseira

Dobráveis

“Bicicleta para uso na cidade. Confortáveis e ágeis no uso urbano. São leves e práticas e quando dobradas são fáceis de carregar. Geralmente são vendidas com a bolsa de transporte.”

Mountain Bike com suspensão dianteira

“Fabricadas para uso na terra, podem ser pedaladas em qualquer terreno e em qualquer condição. Normalmente são montadas com rodagem 26 polegadas, mas atualmente existem modelos com rodagem 29". Existem também as mountain bikes com rodagem 24" para os adolescentes. O mercado oferece desde os modelos mais simples, nível amador, até modelos muito sofisticados, para o nível profissional.”

Mountain Bike com suspensão dianteira e traseira

“Existem vários modelos de Mountain Bikes full system. Fabricadas para o uso em terra, vão desde as desenvolvidas para maratonas (mais leves) às de utilização extrema (mais pesadas). Atualmente existem as versões 26" e as 29". Quanto ao mercado, segue o mesmo critério da descrição acima.”



Figura 10: Bicicleta Speed

Speed, bicicleta de corrida, bicicleta de estrada

“Aro 700. Bicicletas específicas para uso em asfalto, de preferência em estrada. As rodas são leves, com pneus finos e com pressão muito alta. Tem pouca aderência ao solo, o que requer técnica e prática. Aceleram rápido, mantêm com certa facilidade velocidades altas. Não recomendável para ciclistas iniciantes, uso urbano ou piso escorregadio. Existem as versões especialmente desenvolvidas para as mulheres”



Figura 11: bicicleta BMX

BMX

“Tipo de bicicleta especialmente desenhada para a prática do esporte (BMX).

É o melhor início que uma criança pode ter no ciclismo. É exatamente como o kart para o automobilismo.”



Figura 12: bicicleta infantil

Bicicleta infantil

“Aro 20", 10" .Na foto, modelo especial sem pedivelas e pedais. Ideal para o início da criança com a bicicleta.”

Fonte: Disponível em <http://www.escoladebicicleta.com.br/bicicletatipos.html>. Acesso em 09/11/16

Os 22 componentes principais do modelo urbano podem ser observados na ilustração a seguir. Ademais destes, observa-se alguns componentes que diferem dos outros tipos de bicicleta, como por exemplo, o suporte para transporte traseiro, a campainha, os retrovisores, iluminação dianteira, sinalização traseira, dianteira, lateral e nos pedais e para-lamas (figura 13).



Figura 13: Elementos da bicicleta

Fonte: adaptado de imagem disponível em http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-728123586-bicicleta-urbana-summer-estilo-retr-vintage-art-trike-_JM. Acesso em 23/06/2016.

2.5 Mapeamento do contexto cultural e estrutural do objeto

A partir das observações destacadas no decorrer da análise do questionário aplicado anteriormente, viu-se a necessidade de um levantamento de dados e de um mapeamento a respeito da estrutura complementar à bicicleta em um contexto nacional e internacional.

Foram buscados dados relacionados ao ciclista e à metragem em ciclovias em diversas cidades. Inovações e novas tecnologias também se mostram essenciais para a continuação do desenvolvimento do presente projeto e serão apresentadas em seguida.

O transporte urbano, sem sombra de dúvidas esta entre os temas mais discutidos da década. A grande preocupação é a crescente diminuição do espaço nas grandes cidades que contrasta com o aumento da população e conseqüentemente da frota de veículos motorizados.

No Brasil, a preocupação aumenta ao perceber a precariedade da estrutura relacionada aos meios de transporte alternativos, dentre os quais pode-se destacar a bicicleta.

Em 2014 o país possuía cerca de 70 milhões de bicicletas, número que vem aumentando de forma progressiva, porem, em contrapartida, um levantamento realizado pelo IBGE e divulgado pelo site G1 mostra que as Capitais, juntas, formam em ciclovias apenas 1% da malha viária total. Cenário que mostra claramente enormes deficiências e fragilidades (figura 14).

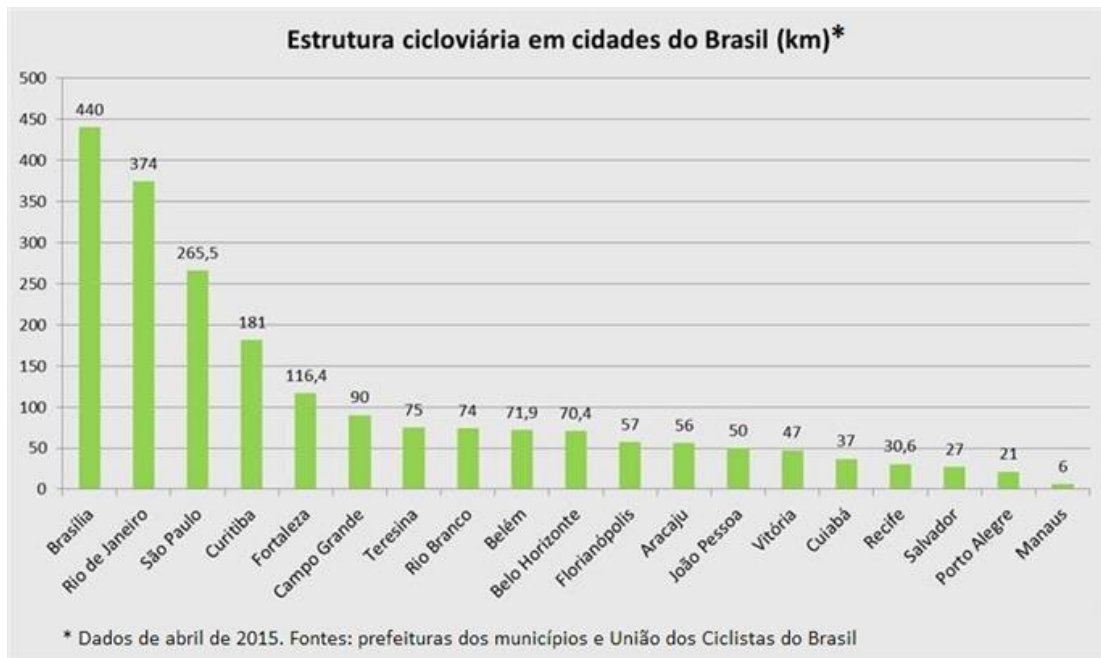


Figura 14: Estrutura ciclovária nas cidades do Brasil

Fonte: Disponível em <http://www.mobilize.org.br/estatisticas/28/estrutura-ciclovitaria-em-cidades-do-brasil-km.html>. Acesso em 09/11/15

Por outro lado, as previsões de um futuro próximo mostram-se mais animadoras. Tendências que se espalham por todo o mundo divulgam as inúmeras vantagens da utilização da bicicleta como meio de transporte urbano e estimulam prefeituras de diversas cidades Brasileiras.

Curitiba, por exemplo, recebe o projeto Via Calma para criação de ciclovias demarcadas nas principais vias da cidade, que virão acompanhadas de diversas regras e medidas de proteção para o ciclista, como os Bikeboxes, área especial para parada de ciclistas nos semáforos (figura 15). (GAZETA DO POVO, 2016)



Figura 15: ciclovia em Curitiba

Fonte: Disponível em <http://www.gazetadopovo.com.br/blogs/ir-e-vir-de-bike/prefeitura-garante-r-22-milhoes-para-a-ampliacao-de-ciclovias/>. Acesso em 08/01/16

Em São Paulo, que juntamente com Brasília, foi uma das cidades que mais ampliou a estrutura para bicicletas nos últimos anos, além da implementação de mais de 400km de ciclovias, foi aprovado um projeto para criação de um bicicletário público em região central da cidade (figura 16).



Figura 16: Ciclovia na Avenida Liberdade, São Paulo

Fonte: Disponível em <http://vadebike.org/2014/09/sao-paulo-novas-ciclovias-setembro/>. Acesso em 08/01/16

“Segundo a pesquisa Origem e Destino do metrô, aplicada na Região Metropolitana de São Paulo, o uso desse tipo de deslocamento aumentou 18% entre 1997 e 2008. 22% das viagens de bicicleta têm por motivo o alto custo da condução e 57%, a pequena distância da viagem.”(REVISTA FÓRUM, 2016)

Em Sorocaba, foram construídos 70 km de cicloviás, que cortam a cidade de norte a sul (figura 17).



Figura 17: Ciclovia de Sorocaba

Fonte: Disponível em <http://www.oeco.org.br/reportagens/23880-no-ranking-das-bikes-o-premio-vai-para/>. Acesso em 08/01/16

O Rio de Janeiro, a cidade com o segundo maior número de cicloviás em km, carrega 1,5 milhão de viagens de bicicleta diariamente e também possui diversos projetos de implementação de cicloviás e de estímulo da utilização do meio de transporte limpo. No mês de janeiro de 2016, foi inaugurada a ciclovia Niemeyer, que liga os bairros de São Conrado e Leblon, num trecho de 3,9 km (figura 18).

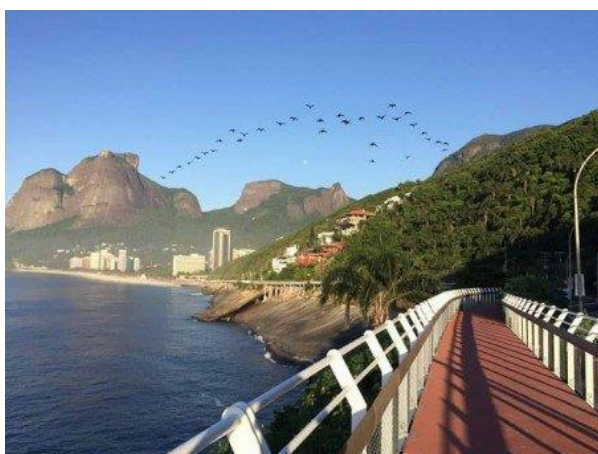


Figura 18: Ciclovia Niemeyer

Fonte: Disponível em <https://catracalivre.com.br/rio/agenda/gratis/amantes-das-bikes-se-encontram-na-ciclovia-niemeyer/>. Acesso em 18/01/16

2.6 Inovações

As grandes iniciativas, que podem ser vistas como exemplos, partem do exterior. Em Tóquio e na Holanda, por exemplo, 25% dos trajetos são realizados de bicicleta. Na França, 20 empresas, com mais de 10 mil funcionários, pagam 25 centavos de euro a cada quilometro percorrido de bicicleta por seus funcionários no trajeto para o trabalho. No reino unido, o governo criou um sistema de vendas de bicicletas, chamado cycle to work, que oferece menores preços e impostos reduzidos para aqueles que utilizam a bicicleta para deslocar-se ao seu local de trabalho.

A crescente popularidade do objeto serve de estímulo para investimentos relacionados à bicicleta.

Pode-se destacar inovações e o emprego de alta tecnologia em bicicletas elétricas, desenvolvidas por empresas automobilísticas renomadas.



Figura 19: VW BIK.E

Fonte: Disponível em <http://www.euvoudebike.com/2010/06/como-seria-a-bicicleta-ideal-para-a-cidade/>. Acesso em 20/01/16

VW BIK.E Conceito

Bicicleta elétrica e dobrável, que tem como objetivo principal ser usada como complemento ao automóvel. Quando dobrada, cabe no lugar do estepe do carro e é recarregada pela energia gerada no motor. A bateria tem autonomia para percorrer 20km com velocidade máxima de 20km/h (figura 19).



Figura 20: E Bike concept

Fonte: Disponível em <http://www.estadao.com.br/jornal-do-carro/noticias/motos,ford-apresenta-sua-primeira-bicicleta-urbana,8617,0.html>. Acesso em 20/01/16

E Bike concept

A bicicleta conceitual E bike, criada pela Ford apresenta alta tecnologia com sistema de tração formado por um motor e uma bateria de íons de lítio embutida no quadro. Prevê uma autonomia de até 85km.

O quadro, construído em alumínio e carbono, pesa apenas 2,5 kg e possui excelente resistência. O Sistema propulsor fica escondido no quadro de perfil trapezoidal, contribuindo para a estética minimalista do objeto (figura 20).

Vanmoof 10 Electrified



Figura 21: Vanmoof Electrified

Fonte: Disponível em <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticias/empresa-diz-ter-criado-primeira-bike-urbana-inteligente-750720.shtml>, acesso em 20/01/2016

Criada pela empresa holandesa especializada em bicicletas Vanmoof, a bicicleta Vanmoof 10 apresenta como inovação sensores inteligentes, computador de bordo, GPS, e sistema elétrico auxiliar que aumenta a entrega de energia para os pedais.

Além disso, é acionada por um motor elétrico que tem alcance de 30 a 60km. O sistema de GPS, além de auxiliar no deslocamento pelas cidades, ajuda a localizar a bicicleta em caso de roubo (figura 21).

Um outro fator complementar, relativo à inovação, que foi observado neste projeto foram as ciclovias, que foram analisadas de acordo com aspectos estruturais, funcionais e estéticos.



Ciclovia Brilhante Nuenen, Holanda

Inspirada no quadro
“ A noite estrelada”
de Van Gogh
Brilha ao anoitecer e
ilumina o caminho dos
ciclistas (figura 22)

Figura 22: ciclovia brilhante

Fonte: Disponível em <http://blogdociclista.com.br/melhores-incriveis-ciclovias-no-mundo/>. Acesso em 23/01/16

Estética: Lúdica e inovadora, é mais atrativa durante a noite.

Funcionalidade: As luzes além de iluminar o caminho dos ciclistas, orientam os pedestres e os automóveis durante a noite, evitando acidentes.

Estrutura: Tecnologia especial ilumina a via por meio de milhares de pedras cintilantes.



Ciclovía Solar

Krommenie, Holanda

A primeira ciclovía solar do mundo
Construída para gerar energia para
sistemas públicos do entorno (figuras 23 e
24)

Figuras 23 e 24: Ciclovía solar Holanda

Fonte: Disponível em <http://blogdociclista.com.br/melhores-incriveis-ciclovias-no-mundo/>. Acesso em 23/01/16

Estética: Estética simples, pouco atrativa.

Funcionalidade: Além de contribuir para a mobilidade dos ciclistas da cidade, a ciclovía gera energia que é direcionada a diversos usos no entorno de mesma, que beneficiam a população.

Estrutura: Construída com painéis de concreto com células voltaicas e cobertas com vidros temperados.



Ciclovía Hovenring

Eindhoven, Holanda

Ciclovía suspensa
construída em
importante cruzamento
(figura 25).

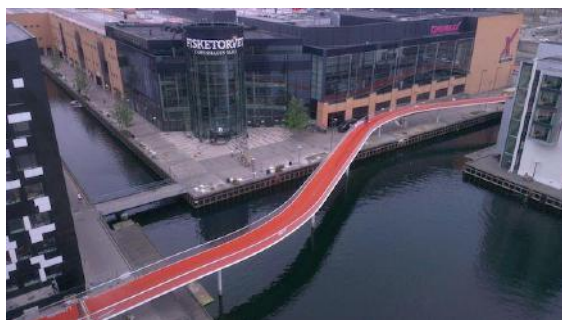
Figura 25: Ciclovía Hovenring

Fonte: Disponível em <http://institutoecoacao.blogspot.com.br/2013/10/hovenring-de-eindhoven-ciclovía.html>. Acesso em 23/01/16

Estética: Futurista e extremamente atrativa.

Funcionalidade: Além de diminuir o congestionamento do intenso trânsito de automóveis do local, aumenta a segurança e o conforto do ciclista.

Estrutura: A estrutura do anel, construída em aço, é sustentada por 24 cabos equipados com amortecedores anti-vibração, presos a um pilar central. Lâmpadas de LED garantem a iluminação da via.



Ciclovía Serpente das bicicletas Copenhague, Dinamarca

Construída sobre o rio e entre os prédios para tornar o caminho dos ciclistas mais confortável e seguro (figuras 26 e 27).

Figuras 26 e 27 Ciclovía serpente

Fonte: Disponível respectivamente em <http://blogdociclista.com.br/melhores-incriveis-ciclovias-no-mundo/> e <http://vadebike.org/2014/07/ciclovias-suspensa-aerea-copenhague-cykelslangen/>. Acesso em 23/01/16

Estética: Modernista e funcional, destaca-se ao meio dos tons cinzas da cidade.

Funcionalidade: Estrategicamente construída em um trajeto intensamente movimentado por automóveis e pedestres, traz mais velocidade, comodidade e segurança ao ciclista.

Estrutura: Construída em metal, possui paredes laterais de segurança, 4 metros de largura e é bidirecional.



**Ciclovía Solar e coberta,
Coreia do Sul**

Construída no canteiro central de uma rodovia e coberta com placas foto-voltaicas (figuras 28 e 29)

Figuras 28 e 29: Ciclovía solar e coberta da Coreia do Sul

Fonte: Disponível em <http://sustentarqui.com.br/urbanismo-paisagismo/ciclovía-solar-na-coreia-do-sul/>. Acessado em 23/01/16

Estética: Modernista e funcional

Funcionalidade: Excelente exemplo de aproveitamento de espaço, segrega o ciclista do tráfego de automóveis. As placas solares além de gerar energia limpa suficiente para iluminar toda a estrada, protegem o ciclista dos automóveis e das intempéries.

Estrutura: Coberta por placas fotovoltaicas intercaladas por estruturas metálicas, gera energia limpa capaz de abastecer a iluminação da estrada. Possui 32 km de extensão.



Túnel de Morlans

San Sebastian, País Basco

Antigo túnel ferroviário convertido no ciclotúnel mais transitado do mundo (figuras 30 e 31).

Figuras 30 e 31: Túnel de Morlans

Fonte: Disponível em <http://blogdociclista.com.br/melhores-incriveis-ciclovias-no-mundo/>. Acesso em 23/01/16

Estética: Limpa e agradável. Ganha luminosidade devido à cor das lonas implantadas.

Funcionalidade: Viabiliza trajeto entre dois bairros que não poderia ser feito de bicicleta. Proporciona comodidade, segurança e rapidez ao ciclista. Por outro lado marginaliza o ciclista afastando-o das moradias e pontos comerciais.

Estrutura: Foi construída por meio de implementação de plataformas impermeabilizantes sobre o asfalto do antigo túnel e uma espécie de lonas plásticas que tornam a estética mais agradável e canalizam a umidade até as estruturas de evacuação de água laterais. É totalmente iluminada, vigiada com câmeras, possui dispositivos de detecção de incêndios e interfones a cada 50 metros.

2.7 Pesquisa e análise de similares

Neste tópico serão analisados os similares pesquisados de acordo com seus aspectos estéticos, funcionais e estruturais.

Dentre estes pode-se destacar a muzzicycles (figuras 32 e 33) e bicicletas urbanas com quadros fabricados em aço e alumínio facilmente encontradas no mercado.



Figura 32: Bicicleta Muzzicycles

Fonte: Disponível em <http://super.abril.com.br/blogs/planeta/bicicleta-de-plastico-reciclado-produzida-no-brasil/>. Acesso em 18/10/15

Muzzicycles: bicicleta de PET reciclável

A bicicleta muzzicycles foi criada pelo artista plástico Juan Muzzi e é produzida no Brasil a partir de garrafas PET recicladas. A empresa também oferece ao cliente a opção de levar as garrafas de sua casa (figuras 32 e 33).



Figura 33: Quadros bicicleta muzzicycles

Fonte: Disponível em <http://ambientalistasemrede.org/bicicleta-feita-de-garrafas-pet/>. Acesso em 20/11/15

Estética: Estética esportista. O quadro pode causar a sensação de peso nas cores mais escuras.

Funcionalidade: O uso do plástico reciclado aporta diversas vantagens, como a possibilidade de um quadro em peça única e maciça, sem demasiado peso. O material também

proporciona maior absorção de vibrações, dispensando o uso de amortecedores, maior flexibilidade, dispensa o acabamento com pintura, não oxida e causa menor impacto ambiental.

Por outro lado, a flexibilidade pode causar movimentação transversal do quadro durante o uso, e conseqüentemente estranheza e sensação de insegurança ao usuário

Estrutura: O quadro, produzido em peça única a partir de molde de aço, é produzido com o material de 200 garrafas PET, que são trituradas e posteriormente injetadas. A forma promove posição que gera menos esforço na coluna vertebral. O Quadro proporciona 90% de economia em relação aos quadros de outros materiais.



Bicicleta Caloi

Aventura

Material: aço

21 marchas

Aro: 26"

Peso: 16,1 kg

Preço: R\$ 529,00

Baixo a médio custo

(figura 34)

Figura 34: Bicicleta Caloi Aventura

Fonte: Disponível em <http://www.netshoes.com.br/produto/bicicleta-caloi-ventura--aro-26--21-marchas-124-0104-014>. Acesso em 07/01/16

Estética: A estética demasiadamente tradicional e simples não demonstra nenhum diferencial.

Funcionalidade: É ideal para percursos planos e pouco acidentados. O cesto dianteiro adiciona a função de transporte de pequenos objetos, o que pode ser muito útil para os usuários. Não possui estrutura para transporte de passageiro adicional.

Estrutura: A utilização do aço como material do quadro além de adicionar maior peso à bicicleta, proporciona um andar incomodo para o usuário, o que se agrava devido à falta de amortecedores.



Caloi 300 21 V

Material: alumínio

21 marchas

Aro: 26'

Peso: não encontrado

Preço: R\$ 926,00

Baixo a médio

Custo

(figura 35).

Figura 35: Bicicleta Caloi 300

Fonte: Disponível em <http://www.bikeportella.com.br/?50,caloi-300-fem-21v>. Acesso 07/01/16

Estética: A estética simples tende a ser modernista. Linhas curvas e finas trazem a sensação de leveza.

Funcionalidade: Simples para utilização em terrenos pouco acidentados. Não possui cesto dianteiro ou estrutura traseira para transporte de passageiro adicional.

Estrutura: Estrutura comum com quadro produzido em alumínio. A forma proporciona certa comodidade postural.

**Bicicleta Walk****Urbano**

Material: Alumínio

21 marchas

Aro: 26"

Peso: não

encontrado

Preço: R\$ 1190,00

Médio a alto custo

(figura 36)

Figura 36: Bicicleta Walk Urbano

Fonte: Disponível em <http://www.extra.com.br/EsporteLazer/Bicicletas/Aro26/Bicicleta-Walk-Urbano-aro-26-freio-v-brake-21v.-6634639.html>. Acesso 15/01/16

Estética: Estética limpa, com curvas acentuadas. Traz sensação de conforto.

Funcionalidade: Excelente para percursos planos e pouco acentuados. Possui cesta dianteira, estrutura traseira para transporte de objetos ou passageiro adicional e para-lamas.

Estrutura: A forma do quadro proporciona uma posição mais ereta para percursos planos, porém pode causar maior dificuldade para percursos com subidas. O encurtamento da distancia entre eixos das rodas proporciona maior estabilidade e agilidade na direção. O material utilizado exige amortecedores para proporcionar andar mais cômodo.



**Bicicleta Urban
PremiumTito Bike**

Material: alumínio

21 marchas

Aro: 26"

Peso: 15kg

Preço: 1699,00

Médio a alto custo

(figura 37)

Figura 37: Bicicleta urbana premium

Fonte: Disponível em https://www.walmart.com.br/item/1571348/sk?utm_source=google-pla&adtype=pla&utm_medium=ppc&utm_term=1571348&utm_campaign=esporte+1571348. Acesso em 16/01/16

Estética: Estética vintage com linhas finas torna o modelo predominantemente feminino e causa sensação de conforto.

Funcionalidade: As 21 marchas e ausência de amortecedores indicam uso direcionado às cidades com terrenos planos e pouco acentuados. Possui suporte traseiro para transporte e para-lamas.

Estrutura: Quadro de forma orgânica fabricado em alumínio, proporciona postura cômoda para trajetos em terrenos planos. As rodas aro 26" permitem maior aproveitamento da pedalada e a distancia entre os eixos das mesmas, proporcionam maior estabilidade.

**Caloi city tour****aro700 27V**

Material: Alumínio

6061

27 marchas

Aro: 700

Peso: não

encontrado

Preço: R\$ 2296,00

Alto custo

(figura 38)

Figura 38: Caloi city tour

Fonte: Disponível em <http://www.bikeportella.com.br/?188,caloi-city-tour-aro-700-27v>. Acesso em 15/01/16

Estética: A estética esportista traz o diferencial à bicicleta, juntamente com as sensações de leveza e velocidade.

Funcionalidade: Mais flexível para percursos em terrenos mais variados e para atingir maiores velocidades. Não possui estrutura para transporte de objetos ou de pessoas adicionais. Não possui certo dianteiro, para-lamas ou luzes de sinalização

Estrutura: As 27 marchas e o amortecedor embutido promovem maior conforto e agilidade para percorrer terrenos variados. As rodas aro 700 promovem uma pedalada com maior rendimento.



Metier Mixtie – Brodie

Material: alumínio6061

Aro: 700

Peso: 14,24 Kg

Preço: 2200,00

Alto custo

(figura 39)

Figura 39: bicicleta Metier Mixtie

Fonte: Disponível em <http://www.camelourbano.com.br/metiermixtie/>. Acesso 16/01/16

Estética: A estética vintage torna a bicicleta extremamente atrativa, a sensação de conforto prevalece.

Funcionalidade: Ideal para percursos planos e grandes velocidades. Possui estrutura traseira para transportar objetos ou pessoas.

Estrutura: A forma do quadro promove uma posição ereta, portanto mais confortável para pedalar em terrenos planos. Por outro lado, pode representar maiores dificuldades para subidas íngremes. As linhas finas proporcionam maior leveza.

2.8 Ecodesign: conceitos e ferramentas

O respeito ao meio ambiente, cada vez mais, deve ser pensado no processo de desenvolvimento de um produto, interrelacionado, e com igual importância a outros aspectos como funcionalidade, custo e qualidade. A criação de produtos mais limpos e seguros, além de uma importante estratégia de competitividade, representa também uma crescente demanda de consumidores.

Todos os produtos, em diversos níveis, causam impactos ambientais, que começam na extração da matéria prima da natureza até o final de sua vida útil, quando se transforma em resíduo.

Ao aplicar os conceitos do ecodesign, busca-se desenvolver produtos mais sustentáveis e um consumo mais racional. Busca-se equilibrar requerimentos ecológicos e econômicos e buscar decisões, durante o processo de desenvolvimento de produtos, como por exemplo:

- Redução de componentes e materiais
- Fácil desmontagem dos componentes
- Utilização de materiais fáceis de limpar, reparar e reutilizar
- Eliminação de materiais mais tóxicos
- Menor utilização de recursos e energia

“O Ecodesign pode ser definido como todas aquelas ações tomadas para a melhora ambiental do produto na fase inicial do projeto por meio da melhora da sua função, a escolha de um tipo de matéria prima cujo impacto ambiental seja menor, melhora na distribuição e venda do produto, e a diminuição do impacto gerado na etapa final da elaboração.” (ARAGÓN, 2007)

O primeiro passo para o desenvolvimento de um projeto Ecodesign é conhecer quais são os aspectos ambientais de tal produto, ou seja, todos os aspectos que possam causar um impacto no meio ambiente. Os aspectos materiais, energia, e emissões tóxicas formam a matriz MET (ARAGÓN, 2007).

A matriz MET será utilizada como ferramenta de análise dos aspectos ambientais do produto (bicicleta) a ser desenvolvido no decorrer deste trabalho. É uma ferramenta qualitativa que permite uma visualização global das entradas (inputs) e saídas (outputs), quais são os materiais utilizados com maior nível de toxicidade e quais são utilizados em maior quantidade (figuras 40 e 41), (ARAGÓN, 2007).

Serão analisados a obtenção, produção, distribuição, uso, fim de vida, inter-relacionados com os aspectos base da matriz: material, energia, emissões tóxicas.

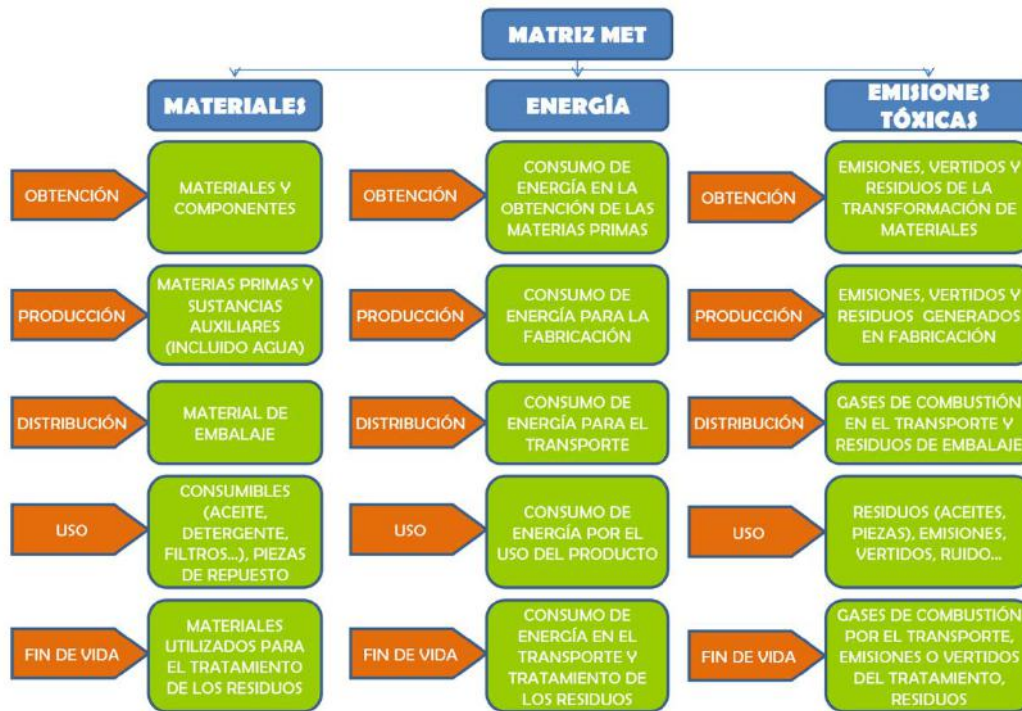


Figura 40: Parámetros da matriz MET
 Fonte: (ARAGÓN C. 2007 p.46)

	MATERIALES	ENERGÍA	EMISIONES TÓXICAS
PRODUCCIÓN Y PROVISIÓN DE MATERIALES 	Consumo de madera (renovable) y acero (reciclable)	Energía necesaria para extraer madera y fabricar acero	Emisiones a la atmósfera y residuos de la producción del acero y del transporte de materiales
PRODUCCIÓN EN FÁBRICA 	Consumo de agua y productos auxiliares (aceite, pintura, disolventes)	Energía necesaria para procesar madera y acero	Emisiones a la atmósfera (pintura, disolventes). Residuos peligrosos y no peligrosos
DISTRIBUCIÓN 	Consumo de material de embalaje	Energía contenida en los combustibles usados en el transporte	Emisiones a la atmósfera derivadas del transporte. Residuos del material de embalaje.
USO 	Cera para pulir, piezas de repuesto	No hay	No hay
FIN DE VIDA 	Consumo de materiales para su gestión	Consumo de energía para su transporte o tratamiento	Emisiones a la atmósfera en el reciclaje de residuos. Residuos no reciclables o reutilizables.

Figura 41: Matriz MET exemplificada
 Fonte: (ARAGÓN, C., 2007 p.47)

A etapa seguinte se baseia na geração de ideias de melhora para o produto. Para tal utilizam-se as distintas etapas do ciclo de vida e buscar melhoras em cada uma delas (figuras 42 e 43).



Figura 42: Geração de ideias
Fonte: (ARAGÓN C., 2007 p.52)



Figura 43: Geração de ideias exemplificada
Fonte: (ARAGÓN C., 2007 p.55)

Posteriormente serão escolhidas as ideias com maior grau de importância segundo os critérios:

- Impacto ambiental: importância da melhora sobre o impacto ambiental
- Aspectos econômicos: custos e se a melhora gera economia
- Aspectos tecnológicos: capacidade dos meios de produção disponíveis
- Fatores de motivação

As duas etapas seguintes assemelham-se as dos processos de desenvolvimento de produtos tradicionais: desenvolvimento dos conceitos selecionados e aprofundamento. (ARAGÓN C., 2007)

Finalmente, tais mudanças devem ser avaliadas, a que ponto as mudanças aplicadas influem na diminuição de impacto e aumento da eficiência do novo produto. Para isso será utilizada uma ferramenta de avaliação e comparação, a roda de estratégias para o projeto no ciclo de vida, “*Lifecycle Design Strategies*”, abreviada como roda de LIDS (figura 44). (ARAGÓN C., 2007)



Figura 44: Roda de LIDS
Fonte: (ARAGÓN C., 2007 p. 66)

Analisa-se ambos os produtos, ponto a ponto, em uma progressão do centro para as margens do círculos. As teias formadas com as ligações entre os pontos facilitam a visualização das melhoras ambientais do novo produto.



Figura 45: Exemplo de roda de LIDS completa
Fonte: (ARAGÓN C.,2007 p.67)

2.9 Materiais e tecnologías

A pesquisa de materiais e tecnologías permite a coleta de dados para nortear a decisão relativa aos materiais e procesos.

Os estudos abrangem os materiais dos quadros convencionais, os materiais compostos, propriedades e procesos dos compósitos e os principais fabricantes e aplicações.

2.9.1 Materias dos quadros convencionais

Os quadros das bicicletas urbanas encontradas atualmente no mercado são na grande maioria produzidos em ligas de aço ou de alumínio, conforme apresentado no capítulo 2 deste relatório. Por diversas vantagens o alumínio tornou-se o pioneiro em produção de quadros de bicicleta. Dentre as vantagens, pode-se destacar a leveza (1/3 mais leve que o aço) e a resistência à corrosão, extremamente importante para locais com altos índices de umidade, encontrados em diversos bioclimas brasileiros. Em contraponto, pode-se destacar o maior custo, maior fadiga, menor resistencia relativa e difícil reparação, características que podem ser resolvidas através da obtenção de outros tipos de alumínio, que, entretanto, apontam maior custo. (BLOG DE BICICLETA, 2016)

Deve-se ressaltar também o comportamento inferior do alumínio quando submetido a choques e vibrações. Tal deficiência agrava-se pela necessidade de geometrias mais robustas (devido à menor rigidez do material em comparação com o aço), e causa maior incomodo ao uuário em longos percursos ou terrenos acidentados. (CICLOFEPAT, 2016)

O processo de fabricação consiste em tubos extrudados, que são cortados, usinados e soldados posteriormente. No processo de soldagem, o alumínio comporta-se de maneira mais complexa, o que representa a necessidade de mão-de-obra mais especializada, portanto, maior custo quando comparado ao aço. Posteriormente às etapas descritas é realizado o acabamento e a pintura de forma semi-manual, com o suporte de pistolas de spray. (HALLET, 2016)

O uso do compósito de material plástico com fibras naturais representa uma grande inovação no que se relaciona aos quesitos formais, funcionais, ambientais, de fabricação, de usabilidade, de custo, entre outros. O uso do material direcionado ao quadro de bicicletas representa diversas vantagens, tais como (OLIVEIRA P.,2010):

- A possibilidade de fabricação do quadro em peça única, através do processo de injeção, sem a necessidade da realização de soldas ou de acabamentos superficiais como a pintura,
 - Maior resistencia proporcionalmente ao peso,
 - Maior absorção de vibrações e impactos,
 - Menor custo,
 - Utilização de menor quantidade de materiais de fonte não-renovável.

(PAULA; COSTA, 2008)

2.9.2 Materiais compostos

A adição de cargas não reforçantes é uma prática antiga na indústria de plásticos com o principal objetivo de redução de custos (RABELLO, 2000). A possibilidade de alterações nas propriedades dos materiais com a adição de cargas corretas e em concentrações apropriadas resultou em uma nova visão sobre esta antiga técnica e em uma nova classe de materiais.

Esta nova classe de materiais, que são denominados compósitos poliméricos, podem ser definidos como sistemas constituídos pela combinação de dois ou mais componentes de distintas características que contenham proporções específicas dos mesmos, e cujo desempenho mecânico e propriedades devem ser superiores às dos constituintes puros (CALLISTER, 2002).

Muitos estudos se direcionam aos materiais poliméricos, que têm sido usados largamente em substituição aos metálicos, vidro e madeira. Tal superioridade se deve a diversas vantagens como a redução do peso do produto final e ainda a possibilidade de injeção de peças complexas e com maior resistência a corrosão. (OLIVEIRA. 2010)

Ao mesmo tempo, a nova ordem mundial voltada à preservação ambiental e de sustentabilidade, tem instigado pesquisadores e indústrias a buscarem o desenvolvimento de insumos capazes de aliar o desempenho dos materiais poliméricos às questões ecológicas, que visem diminuir a dependência de matérias-primas provenientes de fonte não renováveis. (OLIVEIRA. 2010)

Os WPCs (Wood Plastic Composites) são materiais capazes de unir as vantagens da utilização de materiais compostos com base polimérica à superioridade ecológica da utilização das fibras naturais. São compostos poliméricos a base de fibra de madeira, e representam uma excelente alternativa tanto para a substituição da madeira quanto para a substituição do material plástico ou compósitos a base de fibra de vidro, carbonato de cálcio ou talco. (PORTAL DA MADEIRA, 2016)

Ainda que existam diversas variações entre tipo de matrizes e fibras/reforços de materiais compostos à base de fibras naturais (como: fibra de coco, cana-de-açúcar, carauá, sisal, juta, entre outros) para o desenvolvimento do presente projeto, o WPC (compósito polimérico reforçado com serragem de madeira), mostrou-se a melhor escolha por estar mais popularizado e possuir maior investimento em tecnologias de fabricação. (OLIVEIRA, 2010)

Tal material, por um lado, como alternativa à madeira pode significar: maior resistência à umidade e deterioração ambiental; resistência a pragas; possibilidade de ser extrudado ou injetado com diversas geometrias; melhor estabilidade dimensional; maior resistência ao empenamento e trincas; maior durabilidade em ambientes externos e fácil manutenção; reciclabilidade; estética semelhante a da madeira; inexistência da necessidade do uso de acabamentos superficiais como tintas e vernizes. (CORREA et al, 2003)

Por outro lado, como substituintes de plásticos como polipropileno ou polietileno ou de compósitos pode-se observar a superioridade com: aumento da resistência a tração e flexão, aumento da rigidez, menor peso específico, redução de custos de transporte, baixa abrasividade, economia de energia durante o processamento, menor custo, maior capacidade de absorção de

impactos e vibrações, diminuição da utilização de material de origem não-renovável. (SANTOS, 2008)

Outra vantagem na utilização de wood-plastic composites (WPC) é o fato de constituírem uma solução ambiental e econômica para o decréscimo de resíduos da indústria madeireira. As fibras de madeira provenientes de resíduos da indústria madeireira são baratas e leves, vêm de fonte renovável (reflorestamento), são biodegradáveis e abundantes. (SANTOS, 2008).

Trombeta, 2010 destaca também outro aspecto muito relevante relacionado ao tema, o aproveitamento do potencial brasileiro de resíduos de madeira.

“A produção de madeira serrada no Brasil consome em torno de 33,5 milhões de metros cúbicos em toras, gerando aproximadamente metade desse volume em resíduos, que são descartados ou reciclados apenas parcialmente. No Brasil, são geradas 620 mil toneladas por ano de serragem. O armazenamento dos resíduos de serragem é problemático, pois há riscos de incêndio e ocupam volumes muito grandes. Além disto, as propriedades da madeira são interessantes comercialmente.”(TROMBETA, E. 2010, p. 15)

A vantagem da significativa redução de peso (até 40%) e o menor gasto em energia e matérias-primas atrai também o uso destes materiais pela indústria automobilística. (TROMBETA, 2010)

A utilização de farinha ou fibra de madeira como carga em termoplásticos, já é conhecida desde a década de 70 pela indústria automobilística, que emprega compósitos de polipropileno com farinha de madeira, conhecidos no mercado, como woodstock®. Esses compósitos são extrusados e laminados em chapas para revestimento interno de portas e portamalas de veículos em uso corrente. Porém, a maior fatia do mercado de WPC's ainda está na construção civil com materiais do tipo polietilenos, polipropilenos e PVC extrusados com resíduo de madeira na forma de perfis para pisos e assoalhos, batentes de janelas e portas, revestimentos dentre muitas outras aplicações. (CORREA et al, 2003)

2.9.3 Propriedades e processos dos compósitos

Diversos fatores tais como interação entre as fases, a geometria, tamanho, distribuição, orientação e a quantidade do reforço são muito importantes para as propriedades finais específicas dos compósitos poliméricos. (GOMES DE PAULA, 2011)

O principal desafio no processo de produção dos compósitos é a necessidade do uso de agentes compatibilizantes para evitar processos como o de delaminação da fibra na matriz polimérica, ocorrendo pela incompatibilidade química entre os dois compostos, o que causaria uma transferência ineficiente de esforços na interface fibra-matriz. A incompatibilidade baseia-se no caráter polar da celulose em contraponto às poliolefinas (Polipropilenos e polietilenos), que possuem caráter apolar. (TROMBETA, 2010)

É possível, e muitas vezes necessário modificar quimicamente as fibras, a matriz e/ou utilizar agentes de acoplamento para compatibilizar a fibra vegetal com a matriz polimérica. Tais modificações são de extrema importância, uma vez que a interação entre a fibra e a matriz polimérica é essencial para a manutenção de diversas propriedades, tais como a adesão, absorção de água, durabilidade, processamento e desempenho mecânico do material. (TROMBETA, 2010)

Alguns critérios básicos devem ser seguidos quando se deseja escolher o agente compatibilizante, devem ser escolhidos aqueles que promovem uma melhor adesão interfacial entre o reforço celulósico e a matriz polimérica poliolefínica. Para isso o compatibilizante ou agente de acoplamento deve interagir fortemente com as fibras através de ligações covalentes fortes ou interações secundárias do tipo ácido-base ou ligações de hidrogênio, sugerindo uma quantidade suficiente de grupos funcionais deve estar presente no compatibilizante, possibilitando a reação com as hidroxilas da celulose (CORREA et al, 2003) (TROMBETA, 2010).

O polipropileno graftizado com anidrido maleico (MAPP) ou polietileno graftizado com anidrido maleico (MAPE) são exemplos de agentes compatibilizantes que têm recebido atenção devido à melhoria nas propriedades mecânicas (resistência à flexão e tração) que proporcionam aos compósitos de poliolefinas/fibras celulósicas. Isso é atribuído a sua capacidade de impregnação e dispersão na fibra de forma eficiente, (SANTOS, 2008).

A maior parte de WPC's produzidas na atualidade são compostas por uma matriz de poliolefina virgem ou pós consumo, principalmente por estas possuírem temperaturas de amolecimento baixa (abaixo de 200 °C), que se adequam à limitada estabilidade térmica das fibras naturais. Estas, por sua vez, exigem uma preparação anterior à incorporação à mistura, capazes de evitar aglomerados de fibras na mistura, principalmente devido à sua natureza hidrofílica, incompatível com matrizes termoplásticas hidrofóbicas (TROMBETA, 2010).

A umidade e a granulometria devem ser rigidamente controladas para evitar discontinuidades de processo e peças com características inaceitáveis devido à presença de bolhas ou manchas superficiais causadas por processos termo-oxidativos. (SANTOS, 2008)

A maioria dos WPC's são processados em extrusora, onde o material derretido é forçado através de uma matriz para obter um perfil contínuo na forma desejada . A extrusão presta-se a processar a mistura fundida com elevada viscosidade e a dar as variadas formas aos longos e contínuos perfis comuns aos materiais de construção (figura 47). A partir destes perfis são obtidos os pellets (figura 46) que podem ser reprocessados novamente por extrusoras ou injetados. (OLIVEIRA, 2010)



Figura 46: Comparação entre Compósito HDPE/pó de madeira e HDPE granulado
Fonte: adaptado de (OLIVEIRA P.F. 2010)



Figura 47: Extrusora processando perfil de madeira plástica.

Fonte: disponível em <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/the-hottest-wood-plastic-production-line-wpc-siemens-abb-295021723.html>, acesso em 10/05/2016

Diversos trabalhos e projetos dentro da área de utilização de fibras naturais como reforço em compósitos já foram e vem sendo desenvolvidos no Brasil. Santos, 2003 realizou estudo de compósito madeira plástica composta por matriz de polietileno de alta densidade (HDPE GF 496), farinha de madeira da espécie cedro, dois agentes compatibilizantes AC-573P e AC-575P (copolímeros de etileno-anidrido maleico) e os reagentes Ácido Sulfúrico, Benzeno e etanol para a extração da lignina da farinha de madeira. Obte-se a conclusão de que a utilização de farinha de cedro em misturas de 10%, 20% e 30% destes em compósitos permite obter ganhos significativos nas propriedades mecânicas em comparação ao polímero puro. A adição do reforço adicionou ao compósito aumento da dureza, do módulo sob tração, do módulo de flexão e da resistência à flexão. (SANTOS, 2008)

Trombeta (2010), estudou a incorporação da fibra de madeira da espécie *Pinus Eliotti* ao Polipropileno PP H503, juntamente com peróxidos orgânicos, Polipropileno Maleatado comercial em uma proporção de 40% de serragem e 60 % de PP, para aplicação em

componentes automotivos (figura 48). Observou-se aumento significativo dos módulos de elasticidade e flexão e resistência a tração e flexão. A resistência ao impacto do material produzido mostrou-se menor quando em comparação com compósitos reforçados com talco, o que pode ser considerado um ponto falho.



Figura 48: friso decorativo de painel de porta injetado em polipropileno e em compósito de fibra natural, de cima para baixo. Fonte: (TROMBETA, 2010, p. 93)

O principal ganho de termoplásticos reforçados com fibra ou farinha de madeira consiste na melhora da rigidez, com maior temperatura de uso e com baixo peso específico, principalmente se comparados aos compósitos similares reforçados com cargas minerais. (CORREA et al, 2003)

Em uma análise geral, segundo Correa et. al. (2003), pode-se observar ganhos e perdas em diversas propriedades, entretanto, as vantagens competitivas dos compósitos termoplásticos reforçados com fibra ou farinha de madeira com relação aos compósitos convencionais são claras e significativas. Entre elas pode-se destacar:

- Temperaturas de processamento mais baixas (economia de energia);
- Redução de ciclos de moldagem em produtos injetados (maior produtividade);
- Aumento da resistência à tração e flexão;
- Menor peso específico, assim uma menor quantidade de resina utilizada por componente e redução de custos de transporte por tonelada;

- Redução de desgastes de ferramentas (baixa abrasividade)

Índice de viscosidade x degradação da fibra

A partir da aquisição do material em forma de pellets (figura 49) o processo de fabricação especificado para o presente projeto é o de moldagem por injeção. Processo largamente utilizado pela indústria Nacional e Internacional e consiste em forçar o material plástico aquecido, por meio de um êmbolo em uma prensa-cilindro aquecida através de um bocal, até atingir o molde onde o material irá preencher as cavidades ali presentes. O material exige características de pressão, velocidade e temperatura específicas para garantir a viscosidade necessária e ao mesmo tempo evitar a degradação da fibra. (TROMBETA, 2010)



Figura 49: Pellets de WPC

Fonte: disponível em <https://sites.google.com/site/scientiaestpotentiaplus/madeira-plastica>. Acesso em 04/03/2016

A tecnologia aplicada permite rapidez na fabricação e requerer pouco ou nenhum acabamento.

“A moldagem por injeção tornou-se uma das ferramentas de fabricação mais importantes para a indústria de plásticos desde que se patenteou a rosca oscilante em 1956. Atualmente, é quase impossível fazer qualquer coisa sem usar peças moldadas por injeção. Estão presentes em peças de interiores de automóveis, gabinetes eletrônicos, aparelhos domésticos, equipamentos médicos, cds e até em casas para cachorros. A moldagem por injeção é usada para fabricar pallets, brinquedos, cestos e baldes, recipientes finos para alimentos, copos promocionais de bebidas e tampas de garrafa de leite.” (DOW CHEMICAL COMPANY, 2016).

Os dados técnicos do material foram cedidos pela empresa EVO produtos sustentáveis, e serão utilizados no presente projeto para estudos e análises estruturais. A composto possui até 55% de madeira e 45% de plástico (tabela 2)

Densidade	g/cm ²	ISO1183	0,99 – 1,01
Índice de Fluidiez	g/10min	ASTM D 1238	18
Impacto Charpy	J/M	ASTM 256	139,67
Alongamento de Escoamento	%	ASTM 638	1,60
Tensão Máxima	MPA	ASTM 638	31,51
Tensão	MPA	ASTM 638	23,59
Escoamento Força máxima	KGF	ASTM 638	108
Umidade aproximada grão	%	*	2,8
Temperatura de processo (canhão)	°C	*	160 min / 165 Max
Temperatura processo (Bico)	°C	*	180 min / 190 Max

Tabela 2: Propriedades do WPC (EVO produtos sustentáveis)
Fonte: cedido pela empra EVO produtos sustentáveis via email

2.9.4 Principais fabricantes e aplicações

Um dos fabricantes com maior destaque no mercado atual é a empresa Dissenho e a linha de utensilios sustentáveis da marca EVO produtos sustentáveis.. Os objetos são compostos por compósito madeira plástica formado por 55% de madeira de reflorestamento e 45% de material plástico (figura 50) (LINHA EVO, 2016).



Figura 50: Peças da linha EVO produtos sustentáveis
Fonte: disponível em <http://www.linhaevo.com.br/#!menu/cfpj>. Acesso em 04/03/2016

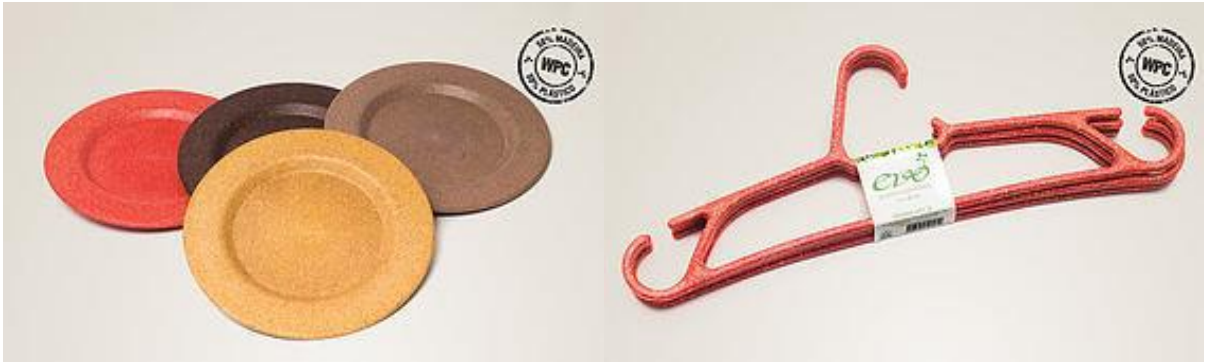


Figura 51: Peças da linha EVO productos sustentáveis 2

Fonte: disponível em <http://www.linhaevo.com.br/#!menu/cfpj>. Acesso em 04/03/2016

A empresa madeplast merece destaque no desenvolvimento de produtos direcionados à construção civil (figuras 52 e 53). Utiliza madeira plástica em uma composição de 70% madeira e 30% plástico, oferecendo um material extremamente eficiente para a substituição da madeira em diversas aplicações, merecendo destaque em composições externas. (MADEPLAST, 2016)



Figura 52: Deck e pergolado de madeira plástica

Fonte: disponível em <http://www.madeplast.com.br/>, acesso em 10/05/3016



Figura 53: substituição da madeira comum por madeira plástica

Fonte: disponível em <http://www.madeplast.com.br/>, acesso em 10/05/3016

Em um panorama internacional, a empresa belga Beologic pode ser considerada pioneira na tecnologia de WPC. A produção baseia-se principalmente em PVC, PP e PE e o material em composições variadas e em forma de pellets (figura 54), (BEOLOGIC, 2016).



Figura 54: Pellets de WPC Beológico

Fonte: disponível em <http://www.beologic.com/en/home>, acesso em 10/05/2016

2.10 Estudo ergonômico

O estudo ergonômico é fundamental para o correto dimensionamento do objeto e o estabelecimento de posturas ideais. Quesitos como segurança, conforto, postura, estereótipo popular, envoltórios de alcances físicos, aplicação de forças e material devem ser analisados e estar consoantes com a natureza e as especificidades de utilização do objeto, assim como com as características estético-formais do mesmo. (GOMES FILHO, 2003).

Segurança: Envolve a relação entre usuário, a bicicleta e o entorno. Com relação ao usuário e ao entorno observa-se menor domínio, portanto, maior dificuldade de garantir a segurança. Para o usuário a utilização de equipamento individual de segurança pode-se apresentar bastante eficiente. No que se relaciona ao entorno, as condições do solo por onde o ciclista estiver andando, sinalização, assim como o respeito por parte de outros veículos e pedestres são fatores que não podem ser controlados pela correta aplicação da ergonomia. (GOMES FILHO, 2003)

Por outro lado, as dimensões, sistemas e componentes da bicicleta devem apresentar total segurança ao usuário, já que qualquer defeito ou falha pode comprometer a segurança do mesmo.

Conforto: diretamente ligado ao fator segurança, o fator conforto deve ser analisado com sua devida importância.

- Relação usuário – assento – condições: sistemas de **suspensão ou amortecimento** são essenciais para a diminuição da transferência de vibrações para o usuário.
- Relação usuário – sistema de transmissão – rodas e pneus – condições do solo: o esforço do usuário na tarefa de pedalar pode ser diminuído com a utilização de **marchas e das características do sistema roda – pneus.**
- Relação usuário – guidão – freios – troca de marchas: relacionada, predominantemente com a movimentação dos braços, mãos e dedos, à **maciez das pegadas, alcances das mãos e dos dedos, dispositivos apropriados para o transporte de pertences do usuário.**

Estereótipo popular: Além dos estereótipos óbvios de devem ser 100% abedecidos, deve-se obedecer alguns não tão claros como o acionamento das alavancas dos freios. O freio da roda traseira deve ser acionado do lado direito e o mecanismo deve prever a troca de tal posicionamento à fim de adequação à indivíduos canhotos. (GOMES FILHO, 2003)

Envoltórios de alcances físicos e postura: a configuração se dá dentro da relação usuário – assento – guidão – pedais. O **guidão e o selim devem ser reguláveis** (para cima e para baixo) e a forma do quadro deve obedecer a postura adequada para o ciclista. A postura correta em uma bicicleta urbana deve ser com o corpo flexionado com uma angulação que pode variar de 60 a 70° (figura 55), mantendo assim, a visibilidade e, ao mesmo tempo, gerando força suficiente para pedalar com mais velocidade. No site rpgsouchard observa-se a necessidade de uma flexão de 10 a 15° nos joelhos. (RPG SOUCHARD, 2016)



Figura 55: Posição na bicicleta urbana

Fonte: Disponível em <http://www.rpgsouchard.com.br/pacientes/postura-correta-2/>. Acesso em 18/01/16

Aplicação de força: A aplicação de força depende da relação usuário – bicicleta – solo e pode ser maior ou menor dependendo das características físicas do usuário, das condições do solo e das características da bicicleta. O **peso, a qualidade do sistema de cambio e do numero de marcha, assim como o tipo de material e textura da roda e do pneu** são fatores determinantes. (GOMES FILHO, 2007)

Materiais: Os materiais influenciam de maneira direta nos fatores de segurança, conforto, durabilidade e no esforço feito pelo usuário na tarefa através de diversas características como o **peso e a capacidade de absorção de vibrações do material**.

2.11 Antropometria e dimensionamento

A fim de proporcionar máximo conforto ao usuário, serão produzidos 3 tamanhos de quadro unissex P, M e G. Apesar de tal decisão significar maiores custos com produção de moldes e projeção, pode ser considerada essencial para o proporcionamento de maior conforto e segurança ao usuário.

Tal decisão traz como resultado uma adequação à usuários com medidas antropométricas extremas, que, de acordo com Iida, possuem uma diferença de estatura entre a

mulher mais baixa (2,5%) e o homem mais alto (97,5%) de 149,1 a 188,0 cm respectivamente (figura 56).(IIDA, 2005)

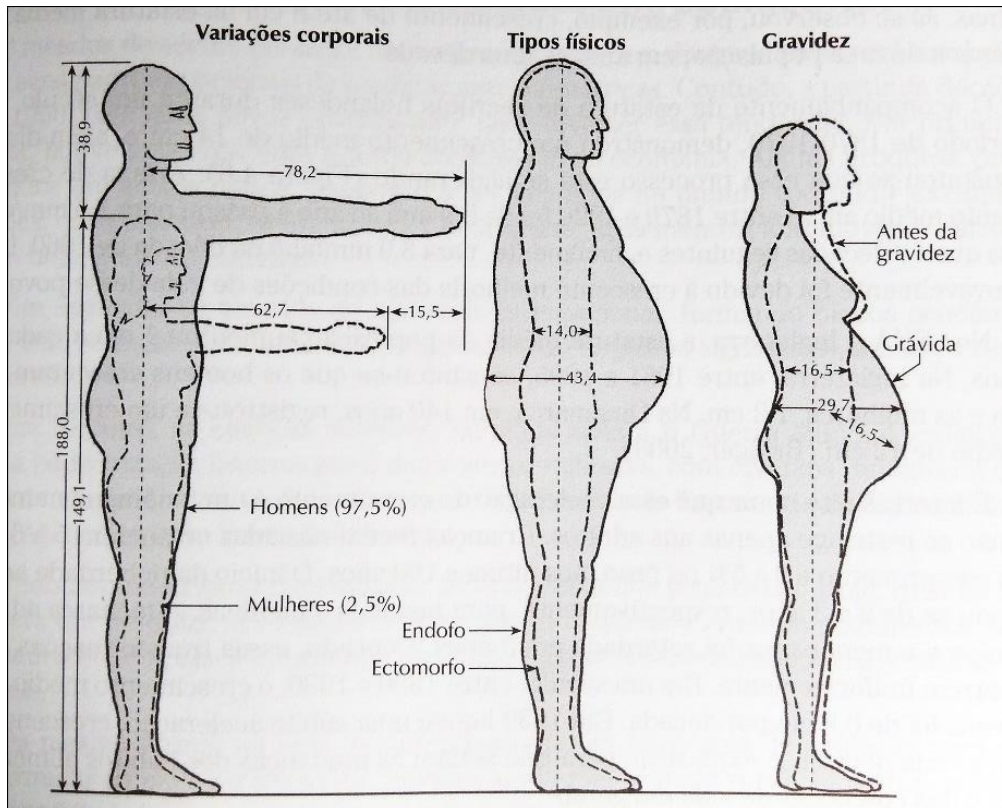


Figura 56: Variações extremas do corpo humano
Fonte: (IIDA, 2005, p.105)

O dimensionamento do quadro se dará seguindo a referência das bicicletas MTB (mountain bike), que são produzidas em distintos tamanhos, buscando maior adequação às medidas dos usuários, e conseqüentemente maior rendimento e conforto.



Figura 57: Medidas de bicicletas
Fonte: Disponível em <http://medidasuteis.blogspot.com.br/2014/10/medidas-e-tamanhos-de-bicicletas.html> , acessado em 25/04/16

As principais medidas das bicicletas MTB são o seat tube, ou tubo do selim, que é a medida principal que define o tamanho da bicicleta. Essa medida se apresenta em polegadas nesse tipo de bicicleta (figura 57). (MEDIDAS ÚTEIS, 2016)

O top tube horizontal, ou tubo superior do quadro, por outro lado, define o comprimento da bicicleta. Esta medida necessita adaptações para o correto dimensionamento de uma bicicleta urbana, principalmente para oferecer a postura ideal para o uso ao qual se propõe. O top tube horizontal sofre encurtamento para permitir ao ciclista uma postura mais ereta, mais ou menos 70° , o que facilita a visualização do caminho e permite uma posição mais confortável para o pescoço e para a lombar.

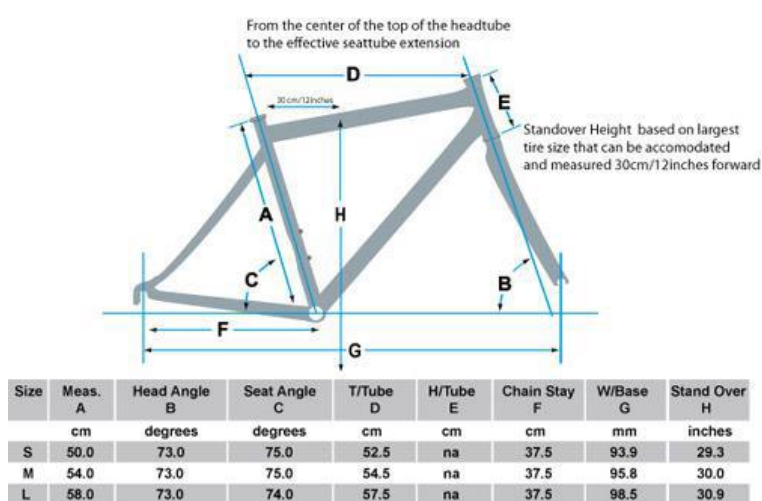


Figura 58: Dimensões quadro

Fonte: Disponível em <http://www.giant-bicycles.com/en-US/bikes/road/825/32260/>. Acesso em 03/03/16

Os 3 tamanhos de quadros P, M e G de MTB, representam uma pequena diferença nas dimensões gerais da bicicleta (figuras 58, 59) e medidas distintas para modelos masculinos e femininas (tabelas 3 e 4)



Figura 59: Diferença entre tamanhos de quadros

Fonte: Disponível em <http://www.pedaleria.com.br/qual-o-tamanho-meu-quadro/>. Acesso em 03/03/16

MEDIDA UNIVERSAL DE QUADROS - MULHERES					
CICLISTA		QUADRO			
Altura	Medida Interna da Perna	Tamanho	MTB	Passeio	Road
1,25 a 1,55m	66 - 71cm	P	13" a 14"	33 a 35cm	46 a 48cm
1,55 a 1,65m	71 - 73cm	P/M	14" a 15"	35 a 38cm	
1,60 a 1,70m	73 a 76cm	M	15" a 16"	38 a 41cm	51 a 53cm
1,65 a 1,75m	76 a 78cm	M/G	16" a 17"	41 a 43cm	
1,70 a 1,80m	78 a 81cm	G	17" a 18"	43 a 46cm	53 a 56cm
1,75 a 1,85m	81 a 83cm	G/XG	18" a 19"	46 a 48cm	

OBS: A maioria das fábricas trabalha atualmente com medidas cheias (P, M e G), e as equivalentes em cm para Road Bikes.

Tabela 3: Medida universal de quadros para mulheres

Fonte: Disponível em <http://www.pedaleria.com.br/qual-o-tamanho-meu-quadro/>. Acesso em 03/03/16

MEDIDA UNIVERSAL DE QUADROS - HOMENS					
CICLISTA		QUADRO			
Altura	Medida Interna da Perna	Tamanho	MTB	Passeio	Road
1,50 a 1,60m	71 - 73cm	P	13" a 15"	35 a 41cm	46 a 48cm
1,55 a 1,65m		P/M	14" a 16"		47 a 50cm
1,60 a 1,70m	73 - 76cm	M	15" a 17"	38 a 41cm	51 a 53cm
1,65 a 1,75m	76 a 78cm	M/G	16" a 18"	41 a 43cm	52 a 55cm
1,70 a 1,80m	78 a 81cm	G	17" a 19"	43 a 46cm	53 a 56cm
1,75 a 1,85m	81 a 83cm	G/XG	18" a 20"	46 a 48cm	54 a 58cm
1,80 a 1,90m	83 a 86cm	XG	19" a 21"	48 a 53cm	56 a 59cm
1,85 a 1,95m	86 a 88cm	XG/XXG	20" a 22"	53 a 56cm	57 a 60cm
1,90 a 2,00m	88 a 91cm	XXG/XXXG	21" a 23"	56 a 58cm	58 a 63cm
mais de 2,0m		XXXG	23" ou +		

OBS: A maioria das fábricas trabalha atualmente com medidas cheias (P, M e G), e as equivalentes em cm para Road Bikes.

Tabela 4: Medida universal de quadros para homens

Fonte: Disponível em <http://www.pedaleria.com.br/qual-o-tamanho-meu-quadro/>. Acesso em 03/03/16

A busca do usuário pelo tamanho do quadro ideal deve ser feita através da medida antropométrica entre pernas, ou, medida do cavalo (figura 60).

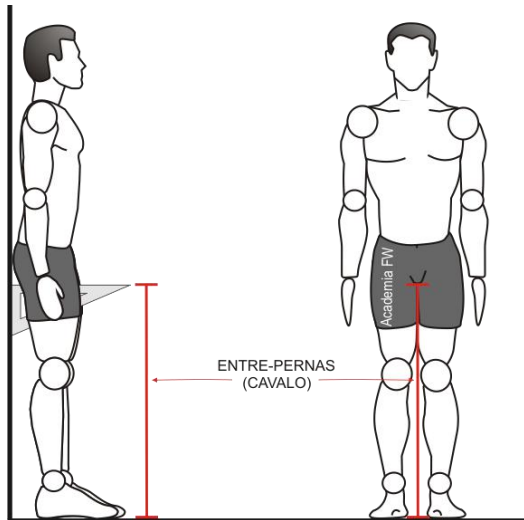


Figura 60: Medida entre-pernas

Fonte: Disponível em <https://oprojetopedal.wordpress.com/2015/01/27/escolher-o-tamanho-do-quadro-de-estrada/>, acesso em 12/05/2016

O dimensionamento dos 3 tamanhos de quadro projetados se de dados utilizados na fabricação de bicicletas do tipo Mountain Bike adaptados ao tipo urbano e a compactação de modelos masculinos e femininos a modelos sem gênero.

A relação entre o dimensionamento do objeto e a antropometria do usuário se dá através da estatura e da altura do cavalo (tabela 5).

Dimensões gerais	Altura do cavalo	Estatura
	71 a 76 cm	1,50 m a 1,70 m
	76 a 81 cm	1,65 m a 1,80 m

	81 a 88 cm	1,75 m a 1,95 m
---	-------------------	------------------------

Tabela 5: Dimensionamento x usuário
Fonte: do autor

As medidas dos 3 tamanhos dos quadros, em dimensões gerais da bicicleta montada, variam de 154 cm de comprimento e 83 cm de altura no tamanho P, 156 cm de comprimento e 87 cm de altura no tamanho M, e 158 cm de comprimento e 91 cm de altura no tamanho G (figura 61).

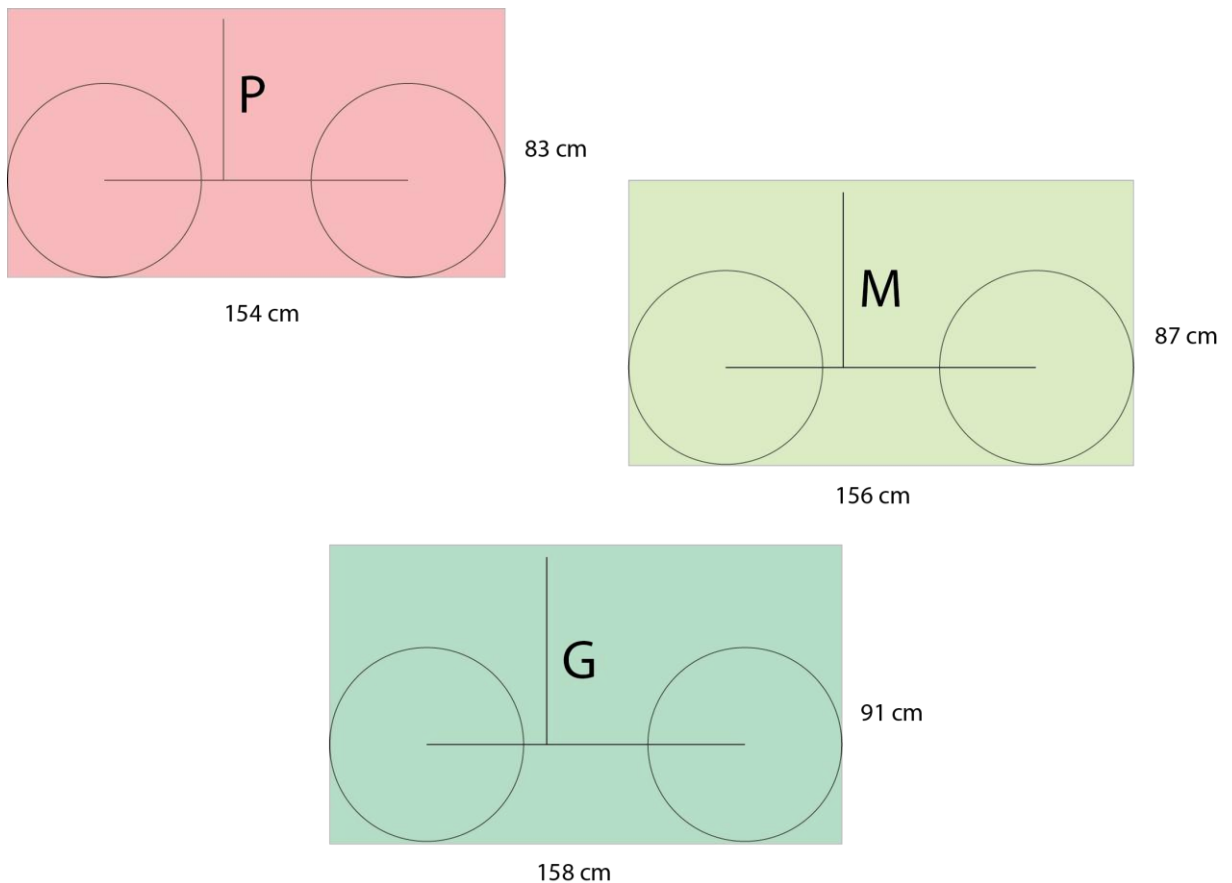


Figura 61: comparação tamanhos P, M e G
Fonte: do autor

CAPÍTULO 3: RECOMPILAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

3.1 Requisitos e restrições

Ao partir das informações coletadas na conclusão dos estudos preliminares e na elaboração do mapa de empatia é chegado o momento de definição. Os requisitos e restrições são decisões, baseadas nos estudos anteriores, e que servirão de base para a próxima fase do projeto, a Criatividade.

A análise de similares disponível nas páginas 32 à 39 do presente trabalho mostra que ainda existe grande convencionalização nas formas das bicicletas comuns, deixando as maiores inovações formais para os modelos elétricos. A partir de tal informação vê-se a necessidade da criação de formas com maior grau de personalização, que permitam a criação de maior afinidade com o usuário. A textura e o visual do eco-cocompósito, somadas a uso do material plástico com algum nível de transparência e com a mistura aleatória de duas ou mais cores comporão uma estética lúdica, moderna, irreverente e variada.

Ao isolar palavras tidas como essenciais para os respondentes do questionário aplicado, obteve-se o quadro abaixo, que servirá para nortear a definição de alguns requisitos do projeto.

Saúde	Qualidade
Sustentabilidade	Conforto
Praticidade	Leveza
Segurança	Bons freios
Econômica	Transportabilidade
Rápida	Sinalização luminosa
Boas marchas	Compartimento/transporte

De acordo com os quesitos MATERIAL E FABRICAÇÃO, FUNCIONALIDADE, USABILIDADE, NORMATIVA E COMPONENTES, os requisitos deverão ser (tabela 6):

QUADRO	CONJUNTO BICICLETA
✓ Fabricado em peça única e maciça	✓ Leve
✓ Composto por material de custo acessível	✓ Harmônico e intuitivo
✓ Composto por mistura aleatória de duas ou mais cores de forma a tornar cada um unico	✓ Possuir alta manejabilidade, ao ponto de transmitir segurança e afinidade ao usuário
✓ Composto por material plastico com níveis de transparência, de modo a favorecer a estética da fibra natural	✓ Movida a tração humana, ao ponto de transmitir algum esforço físico ao usuário
✓ Fabricado com o mínimo de material	✓ Não dispor de sistema elétrico
✓ Produzido a partir de compósito de termoplástico e fibras naturais	✓ Dispor de perfeita harmonia entre sistema de pedais, selím, guidão, rodas e marchas.
✓ Proporcionar postura correta e cômoda aos usuários	
✓ Ser produzido o quadro em 3 tamanhos P, M e G	✓ Ser ajustável (selím e guidão)
✓ Respeitar as normas de itens de segurança aplicáveis	
✓ Possuir dimensionamento que proporcione o equilibrio entre os componetes.	✓ Possuir campainha, espelho retrovisor, sinalização luminosa dianteira, traseira, lateral e nos pedais

✓ Composto por material leve e altamente processável	✓ Não dispor de dispositivos que necessitem de energia elétrica ou quaisquer combustíveis
✓ Ser projetado e produzido conforme os conceitos do Ecodesign	✓ Dispor de sistemas de marchas de boa qualidade e confiabilidade
	✓ Dispor de compartimento de cargas traseiro e dianteiro

Tabela 6: requisitos e restrições
Fonte: do autor

A figura a seguir reúne peças artísticas encontradas no mercado e permite ao mesmo tempo a visualização da estética do polímero quando misturada com fibras naturais e a mistura de cores aplicada ao material (figuras 55 e 56).



Figura 64: Montagem texturas

Fonte: imagens disponíveis em <http://www.aerojet.com.br/resinas-para-bijuterias-faca-voce-mesmo.html>, acesso em 10/12/2015



Figura 65: Montagem objetos de composto

Fonte: disponível em <http://www.linhaevo.com.br/>, acesso em 12/12/2015

O estudo da forma, busca de forma geral, a visualização da composição do objeto, a partir do esboço de diversas formas de quadro sobre um esqueleto de uma bicicleta do tipo urbana. É de extrema importância para a continuação do processo criativo, que consiste no refinamento das formas aqui esboçadas (figuras 66 a 68).



Figura 66: Estudo da forma 1
Fonte: do autor

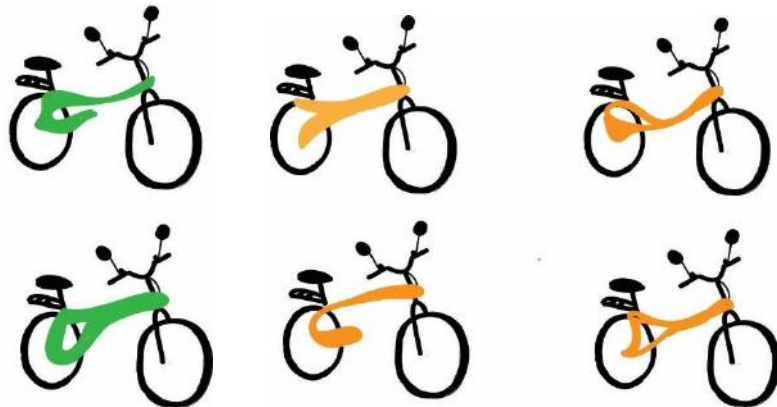


Figura 67: Estudo da forma 2
Fonte: do autor

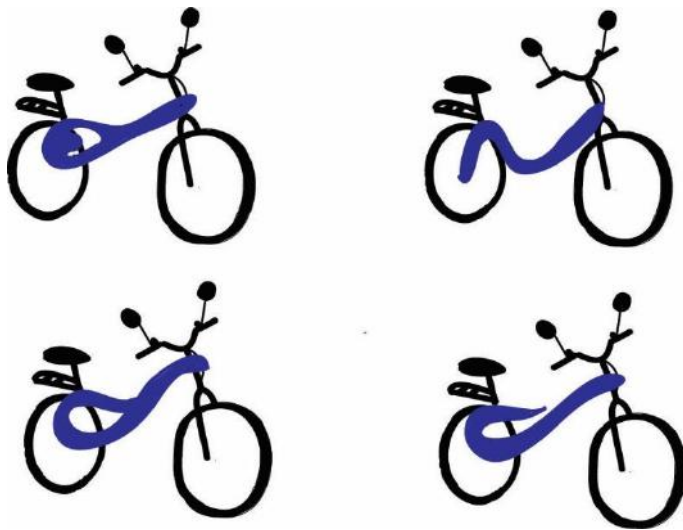


Figura 68: Estudo da forma 3
Fonte: do autor

4.2 Geração e análise de alternativas

A forma do quadro, além de tornar a estética mais atrativa pode significar mudanças importantes em diversos quesitos da bicicleta, como na segurança, conforto, aplicação de esforços, postura, envoltórios de alcance e arranjo espacial.

Alternativas geradas foram analisadas com o propósito de orientar a escolha daquelas que atendem de forma mais completa aos requisitos e restrições e ao usuário.

Foram analisados os quesitos: segurança, conforto, arranjo, estética e adequação ao usuário. A adequação ao usuário refere-se ao número de pessoas às quais a bicicleta se adequaria.

A alternativa nº1 pode ser observada na figura 69, com imagens que representam o arranjo composto de quadro e demais elementos básicos de uma bicicleta urbana, esboço de humanização e simulação de cores e texturas com material. A forma do quadro, apesar de simples, pode significar problemas no que se relaciona à segurança, por parecer pouco resistente a ponta onde se localiza o pedal. A parte superior do quadro também pode significar menos comodidade para o usuário no momento de passar as pernas para subir na bicicleta.

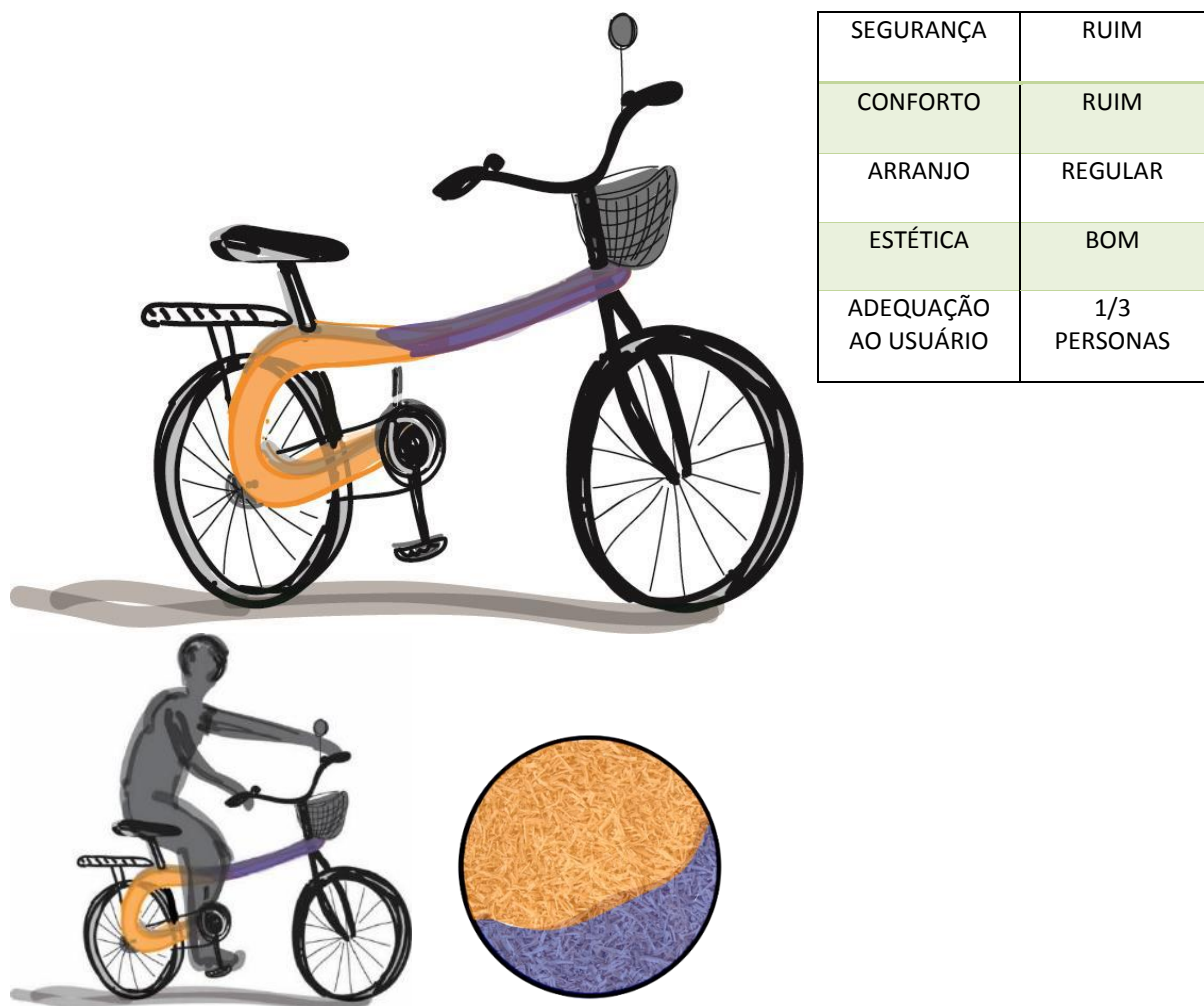


Figura 69: alternativa 1
Fonte: do autor

A alternativa n°2 assemelha-se à numero 1, porém possui refinamento na forma, com curvas mais pronunciadas e alterações na combinação de cores (figura 70). Possui esboço de humanização e simulação de cores e texturas. A forma representa maior equilíbrio entre os componentes. A curvatura reforçada na parte traseira do quadro representa maior resistencia quanta às forças que incidem sobre os pedais, porém, ainda assim podem representar certa fragilidade. A curvatura na longitude central do quadro oferece um pouco mais de conforto no momento de subir na bicicleta. A estética é atrativa e favorece a mistura de cores.

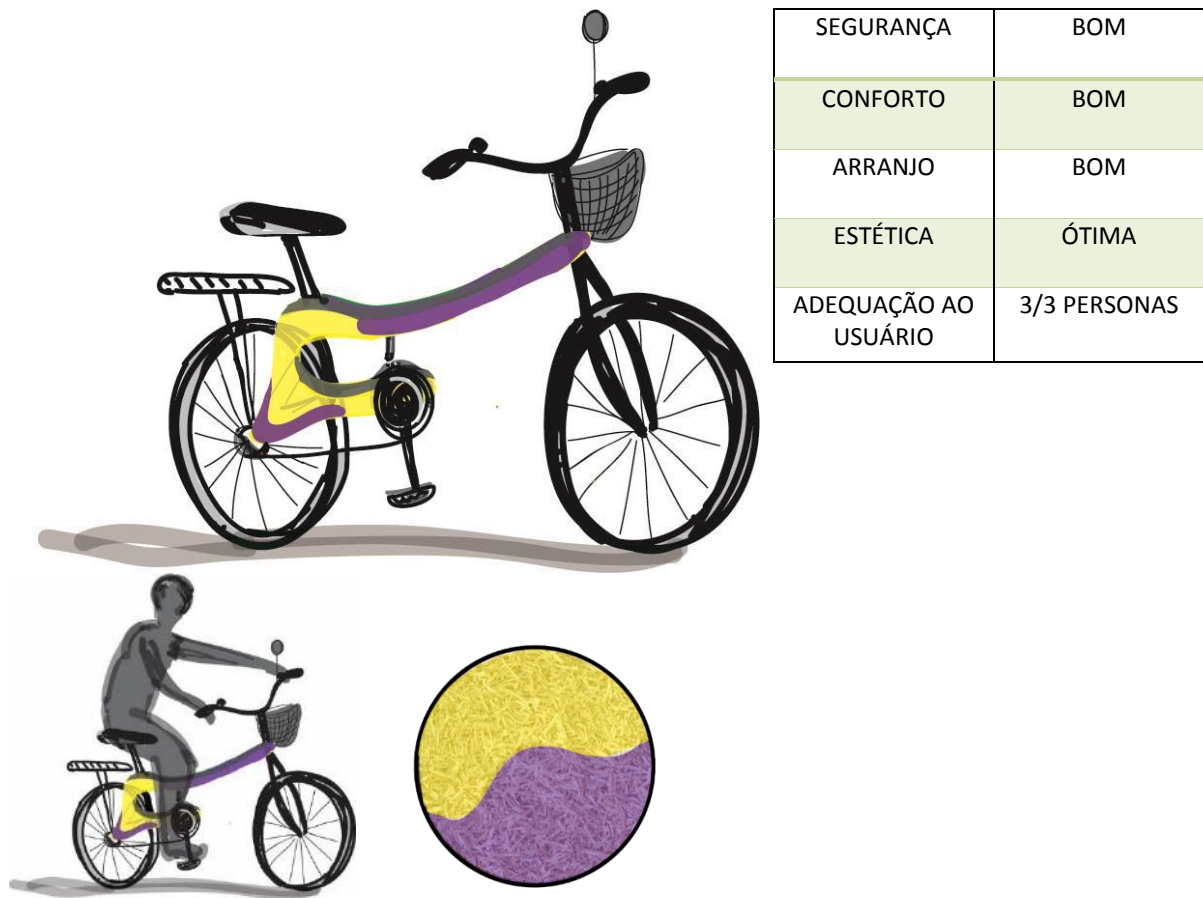
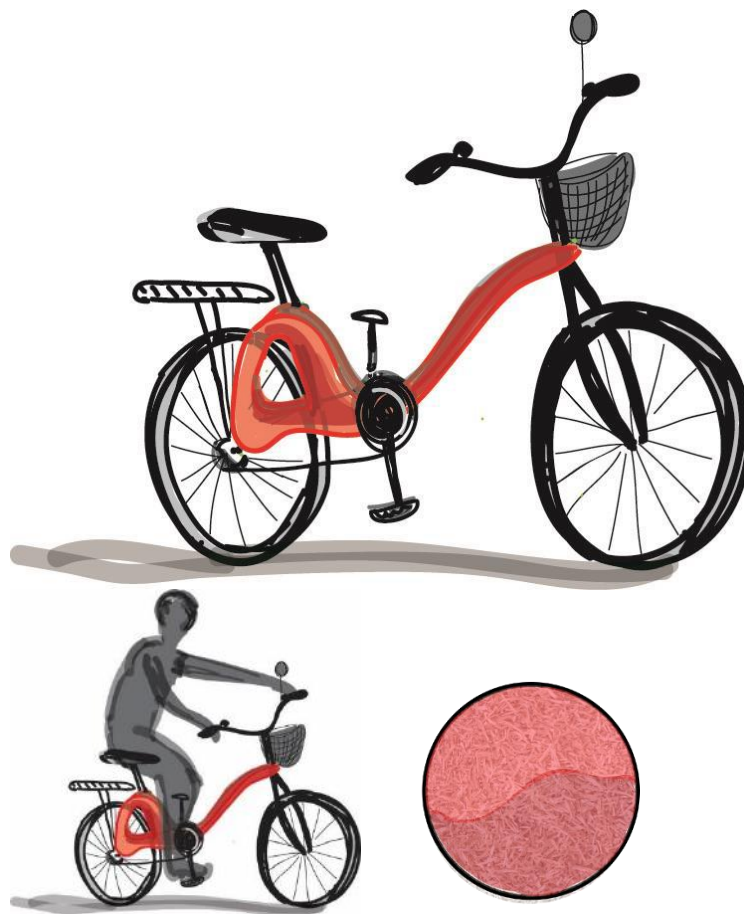


Figura 70: alternativa 2
Fonte: do autor

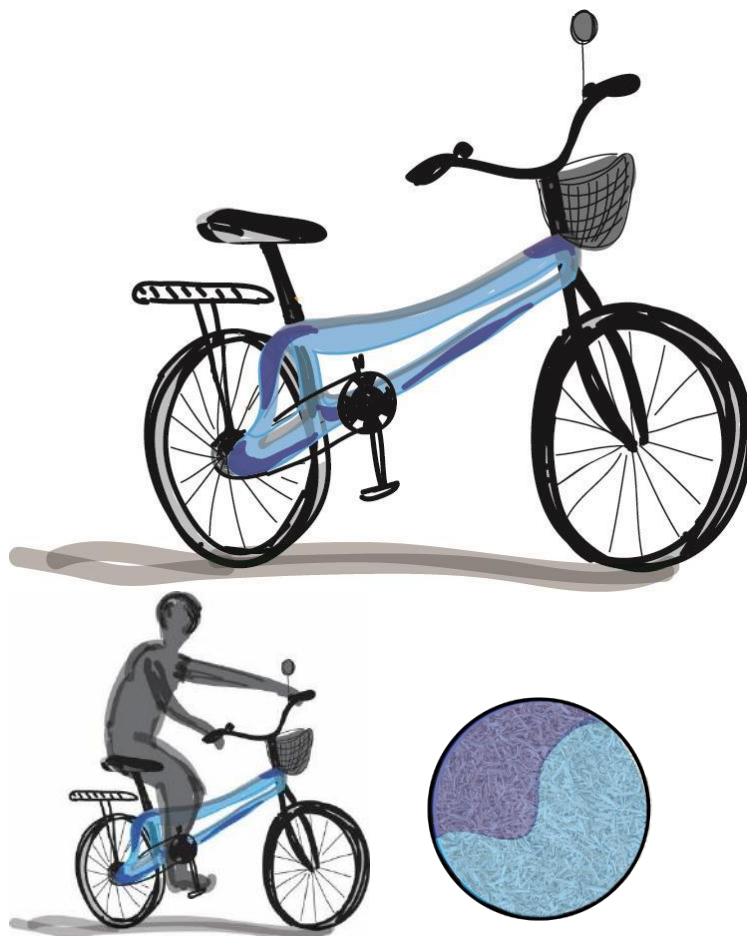
A alternativa n° 3 diferencia-se por sua forma mais robusta e por ser representada por apenas uma cor (figura 71). A geometria mostra-se equilibrada, ao ponto que o tubo do selim encontra-se totalmente amparado pela estrutura do quadro. O sistema de pedais igualmente encontra-se bem posicionado. A curvatura central favorece a tarefa de subir e descer da bicicleta, gerando mais conforto e segurança. A estética pode parecer ligeiramente pesada, principalmente na parte traseira do quadro.



SEGURANÇA	BOM
CONFORTO	ÓTIMO
ARRANJO	BOM
ESTÉTICA	BOM
ADEQUAÇÃO AO USUÁRIO	3/3 PERSONAS

Figura 71: alternativa 3
Fonte: do autor

A alternativa n° 4 pode ser considerada menos diferenciada com relação aos quadros convencionais de bicicletas urbanas (figura 72). Nesta alternativa, a geometria mais tradicional mostra-se confiável, principalmente no que se relaciona à segurança. As linhas menos curvas da parte central do quadro prejudicam o conforto na tarefa de subir e descer da bicicleta. O tubo do selim encontra-se bem amparado pelo quadro. A estética representa menos inovação e as linhas necessitam mais refinamento.



SEGURANÇA	ÓTIMO
CONFORTO	REGULAR
ARRANJO	BOM
ESTÉTICA	REGULAR
ADEQUAÇÃO AO USUÁRIO	1/3

Figura 72: alternativa 4
Fonte: do autor

A alternativa n° 5 diferencia-se por sua geometria inovadora e por suas cores chamativas (figura 73). A curva sobressaliente, que se localiza no centro do quadro, prejudica a segurança do objeto no momento em que o usuário pode enganchar parte de sua roupa neste, além de prejudicar também o conforto do usuário. A arranjo pode ser considerado equilibrado. A estética é inovadora e ousada.



SEGURANÇA	RUIM
CONFORTO	REGULAR
ARRANJO	REGULAR
ESTÉTICA	BOA
ADEQUAÇÃO AO USUÁRIO	1/3

Figura 73: alternativa 5
Fonte: do autor

A alternativa n° 6 (figura 74) possui estética inovadora e agradável. A geometria mostra pequenas falhas no equilíbrio. As linhas em geral poderiam ser afinadas, e ao mesmo tempo reforçadas as regiões de apoio do pedal e do tubo do selim. A estética é inovadora e agradável.



SEGURANÇA	BOM
CONFORTO	ÓTIMO
ARRANJO	BOM
ESTÉTICA	ÓTIMO
ADEQUAÇÃO AO USUÁRIO	3/3

Figura 74: alternativa 6
Fonte: do autor

A alternativa n°7 (figura 75) possui linhas finas e equilibradas. Quanto à segurança, pode-se observar a região de apoio do selim, a qual mostra grande fragilidade. A longitude central do quadro prejudica o conforto do usuário na tarefa de subir e descer. A estética é agradável e moderna.



SEGURANÇA	REGULAR
CONFORTO	BOM
ARRANJO	ÓTIMO
ESTÉTICA	ÓTIMO
ADEQUAÇÃO AO USUÁRIO	3/3 PERSONAS

Figura 75: Alternativa 7
Fonte: do autor

O arranjo da alternativa n° 8 (figura 76) encontra-se em equilíbrio e é capaz de gerar conforto e segurança ao usuário. Permite movimento livre e possui reforço de material nos pontos do tubo do selim, do tubo do guidon e na região dos pedais. A linha central pode causar a sensação de fragilidade. A estética simples e fina é extremamente agradável, flexível e moderna.



SEGURANÇA	BOM
CONFORTO	ÓTIMO
ARRANJO	ÓTIMO
ESTÉTICA	ÓTIMO
ADEQUAÇÃO AO USUÁRIO	3/3 PERSONAS

Figura 76: Alternativa 8
Fonte: do autor

O quadro robusto da alternativa n°9 (figura 77) transmite a sensação de segurança e confiança ao usuário. O arranjo possui pequeno desequilíbrio ao ponto em que o material acumula-se na parte traseira. O quadro possui recortes centrais que economizam material e o tornam mais leve. A estética é inovadora e favorece a textura do plástico, porém, pode transmitir a sensação de peso.

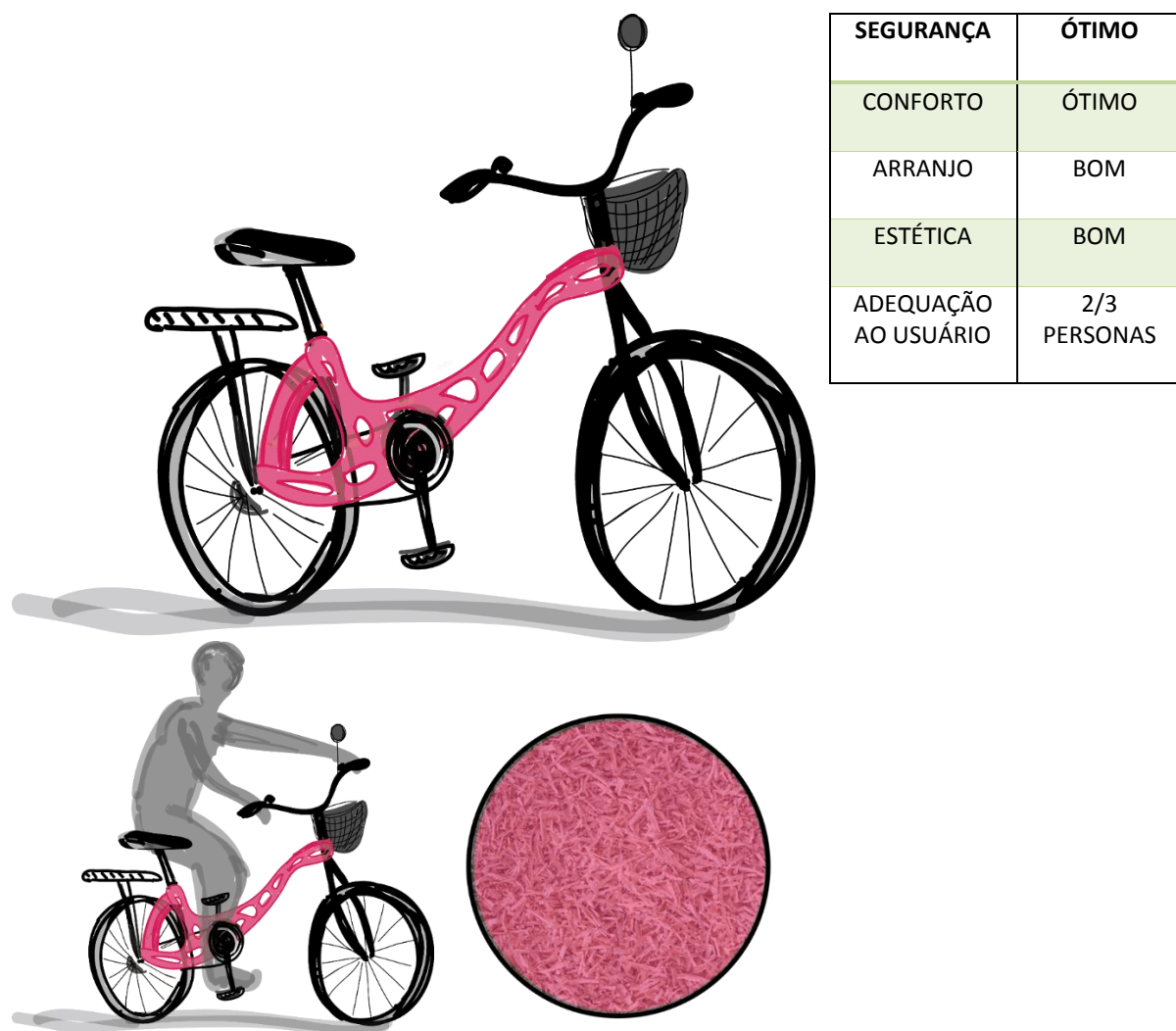


Figura 77: alternativa 9
Fonte: do autor

Ainda para orientar a melhor decisão relativa à alternativa com maior potencial observou-se a necessidade da criação de um quadro paramétrico com o detalhamento e a valoração dos requisitos anteriormente analisados qualitativamente (tabela 6).

QUESITOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SEGURANÇA	RESISTENCIA	2	2	5	5	4	4	3	5	4
	PERCEPÇÃO/CONFIANÇA	2	2	4	5	3	5	4	4	4
	DURABILIDADE	3	3	5	4	5	5	5	4	4
CONFORTO	SUBIR E DESCER	2	3	4	4	5	5	3	4	5
	POSTURA	4	4	5	5	5	5	5	5	5
	EM MOVIMENTO	3	3	5	4	3	5	5	5	4
ARRANJO	SISTEMA ASSENTO-SELÍM	4	4	5	4	4	4	5	5	4
	SISTEMA SELÍM-GUIDÃO	4	4	5	4	4	5	5	5	5
	DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAL DO QUADRO	2	3	4	5	5	5	4	5	5
ESTÉTICA	INOVAÇÃO	5	5	4	2	5	5	5	5	5
	SIMPLICIDADE	5	5	5	4	3	4	4	5	3
	ARMONIA	5	5	5	4	4	5	5	5	4
Pontuação		41	43	56	50	51	57	53	57	52

Tabela 7: análise quantitativa das alternativas
Fonte: do autor

Concluindo-se que, de acordo com a análise paramétrica realizada, as alternativas com maior potencial são as 6 e a 8 (figura 78) observou-se a necessidade de um processor complementar que fosse capaz de orientar a correta escolha, a análise estrutural dos quadros.

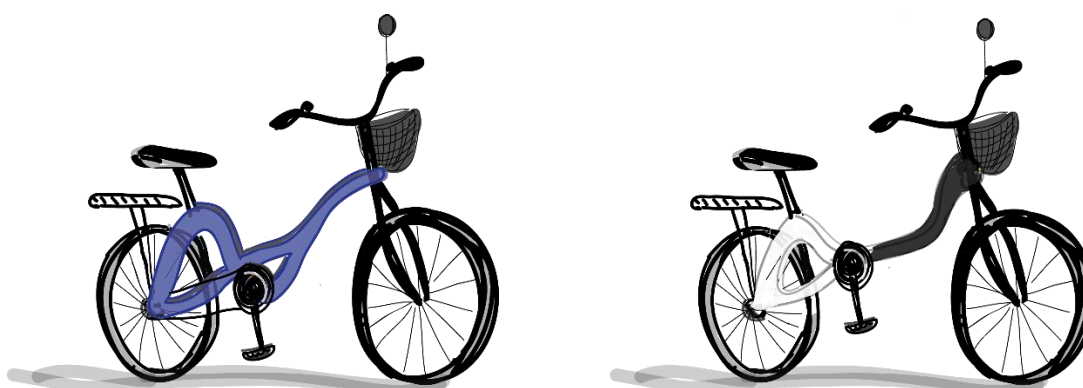


Figura 78: alternativas escolhidas
Fonte: do autor

4.3 Análise estrutural

A realização da análise estrutural é imprescindível para dar continuidade ao desenvolvimento do projeto em questão, uma vez que é capaz de atestar se o quadro possui a resistência necessária para garantir a segurança durante o uso.

A análise estática de stress foi realizada no software Autodesk Fusion 360, posteriormente ao desenvolvimento do modelo tridimensional digital de ambos os quadros, realizado no software SolidWorks. Primeiramente, foram demarcados os 2 pontos de fixação e

os 2 pontos de aplicação de forças, um de 1300 N sobre o assento e outro de 300 N sobre o conjunto de direção. Devido à indisponibilidade do WPC no banco de dados do software, o material aplicado para a análise é um material plástico genérico, que de forma geral se assemelha às propriedades do compósito.

Os resultados gerados pelo software comprovam que ambos os quadros apresentam bom comportamento quando submetidos à análise de segurança e fator de segurança.

O quadro numero 6 apresenta melhor comportamento quando ao deslocamento do objeto, apresentando deslocamento máximo de 0.65 mm, contra 31 mm do quadro numero 8 (figuras 79 a 86)

Study Report

Analyzed File	Untitled
Version	Autodesk Fusion 360 (2.0.2087)
Creation Date	2016-06-12, 00:56:24
Author	Aline

Project Properties

Title Studies

quadro 6 novo analise:1

Study 1 - Static Stress

Study Properties

Study Type	Static Stress
Last Modification Date	2016-06-12, 00:54:46

Settings

General

Contact Tolerance	0.1 mm
Remove Rigid Body Modes	No

Mesh

Average Element Size (% of model size)	
Solids	10
Minimum Element Size (% of average size)	20
Maximum Turn Angle	60
Grading Factor	1.5
Create Curved Mesh Elements	Yes
Use Part Based Measure for Assembly Mesh	No

Adaptive Mesh Refinement

Maximum Number of Mesh Refinements	0
Minimum Refinement Step Difference (%)	10
Portion of Elements to Refine (%)	25
Results for Baseline Accuracy	Von Mises Stress

Materials

Component	Material	Safety Factor
Body1	Plastic	Yield Strength

Plastic

Density	1.29E-06 kg / mm ³
Young's Modulus	709 MPa
Poisson's Ratio	0.4
Yield Strength	30 MPa
Ultimate Tensile Strength	40 MPa
Thermal Conductivity	2.5E-04 W / (mm C)
Thermal Expansion Coefficient	4.19E-05 / C
Specific Heat	1750 J / (kg C)

Constraints

Fixed1

Type	Fixed
Ux	Yes
Uy	Yes
Uz	Yes

Selected Entities



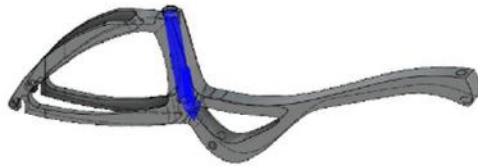
Figura 79: Análise quadro 6 propriedades
Fonte: do autor

▣ Loads

▣ Remote Force1

Type	Remote Force
Magnitude	1300 N
X Value	2.059E-13 N
Y Value	3.63E-14 N
Z Value	1300 N
Position X	270 mm
Position Y	0 mm
Position Z	0 mm

▣ Selected Entities



▣ Remote Force2

Type	Remote Force
Magnitude	300 N
X Value	3.099E-13 N
Y Value	5.465E-14 N
Z Value	300 N
Position X	900 mm
Position Y	0 mm
Position Z	0 mm

▣ Selected Entities



Figura 80: Análise quadro 6 forças
Fonte: do autor

▣ Mesh

Type	Nodes	Elements
Solids	5886	2979

▣ Results

▣ Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Safety Factor		
Per Body	2.087	15
Stress		
Von Mises	0.1719 MPa	99.19 MPa
1st Principal	-26.39 MPa	109.1 MPa
3rd Principal	-98.14 MPa	32.3 MPa
Normal XX	-87.77 MPa	92.23 MPa
Normal YY	-58.45 MPa	67.69 MPa
Normal ZZ	-49.31 MPa	43.22 MPa
Shear XY	-30.07 MPa	31.93 MPa
Shear XZ	-27.05 MPa	33.91 MPa
Shear YZ	-23.17 MPa	20.22 MPa
Displacement		
Total	0 mm	0.6565 mm
X	-0.02997 mm	0.02943 mm
Y	-0.04483 mm	0.0444 mm
Z	-0.00107 mm	0.6555 mm
Strain		
Equivalent	7.107E-07	4.26E-04
1st Principal	6.498E-07	4.876E-04
3rd Principal	-4.457E-04	-2.811E-07
Normal XX	-3.667E-04	3.954E-04
Normal YY	-1.875E-04	2.237E-04
Normal ZZ	-1.681E-04	1.615E-04
Shear XY	-1.861E-04	1.977E-04
Shear XZ	-1.674E-04	2.099E-04

▣ Safety Factor

▣ Per Body

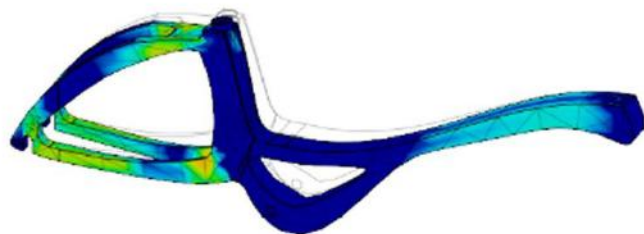


Figura 81: análise quadro 6 fator de segurança
Fonte: do autor

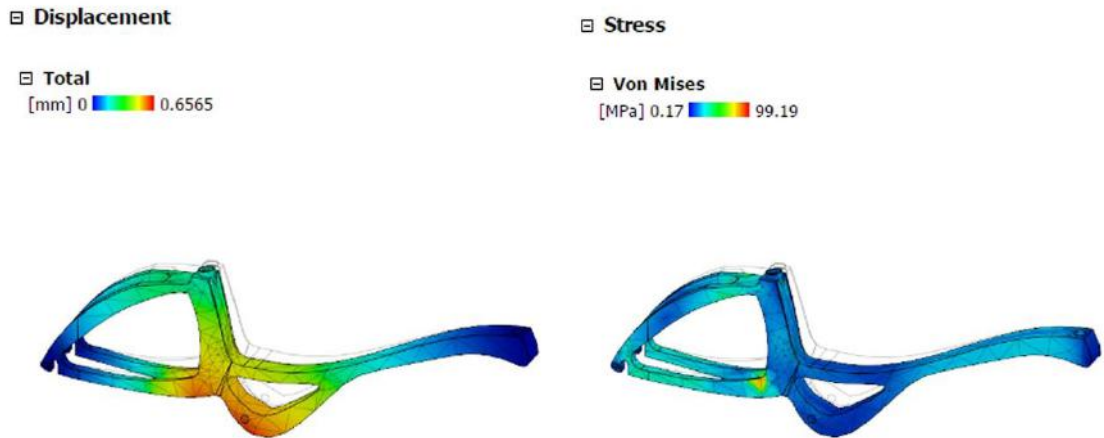


Figura 82: Análise quadro 6 deslocamento e stress
Fonte: do autor

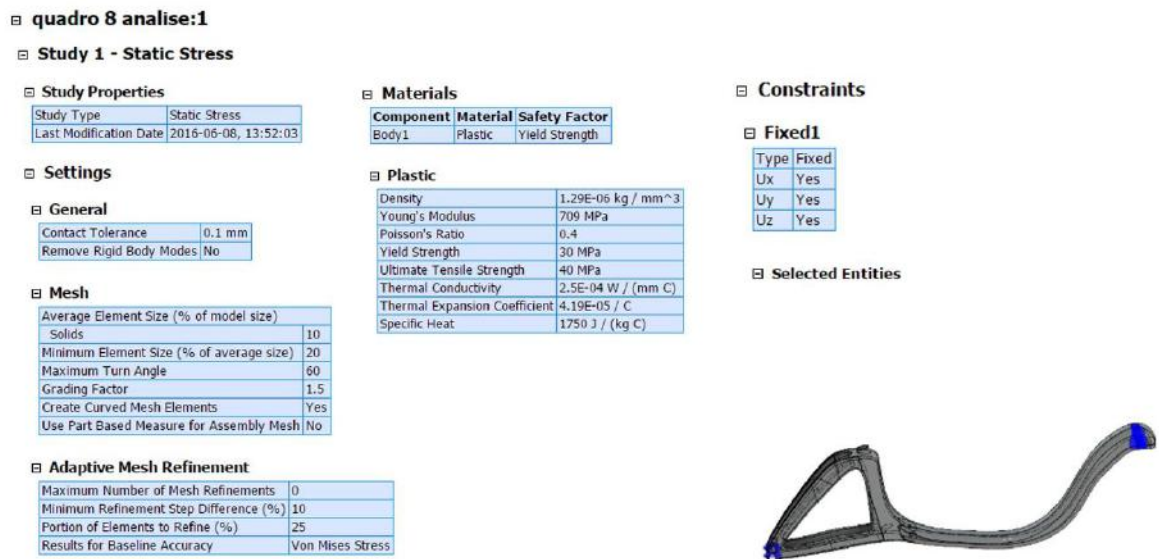


Figura 83: Análise quadro 8 propriedades
Fonte: do autor

▣ Loads

▣ Remote Force1

Type	Remote Force
Magnitude	-1300 N
X Value	3.825E-11 N
Y Value	-1.321E-10 N
Z Value	-1300 N
Position X	265 mm
Position Y	0 mm
Position Z	0 mm

▣ Selected Entities

▣ Remote Force2

Type	Remote Force
Magnitude	300 N
X Value	-6.946E-12 N
Y Value	3.103E-11 N
Z Value	300 N
Position X	950 mm
Position Y	0 mm
Position Z	0 mm

▣ Selected Entities



Figura 84: Análise quadro 8 forças
Fonte: do autor

▣ Mesh

Type	Nodes	Elements
Solids	15368	8761

▣ Results

▣ Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Safety Factor		
Per Body	0.5534	15
Stress		
Von Mises	0.04781 MPa	54.21 MPa
1st Principal	-32.69 MPa	75.67 MPa
3rd Principal	-82.73 MPa	37.02 MPa
Normal XX	-79.88 MPa	67.73 MPa
Normal YY	-40.85 MPa	46.9 MPa
Normal ZZ	-43.17 MPa	41.04 MPa
Shear XY	-18.71 MPa	17.93 MPa
Shear XZ	-15 MPa	9.325 MPa
Shear YZ	-13.18 MPa	7.597 MPa
Displacement		
Total	0 mm	31.32 mm
X	-2.319 mm	2.31 mm
Y	-1.235 mm	1.148 mm
Z	-31.31 mm	0.4006 mm
Strain		
Equivalent	6.297E-05	0.07296
1st Principal	6.007E-05	0.07184
3rd Principal	-0.082	-3.98E-05
Normal XX	-0.07521	0.06172
Normal YY	-0.05226	0.055
Normal ZZ	-0.0285	0.02995
Shear XY	-0.03695	0.0354
Shear XZ	-0.02962	0.01841

▣ Safety Factor

▣ Per Body
0 15

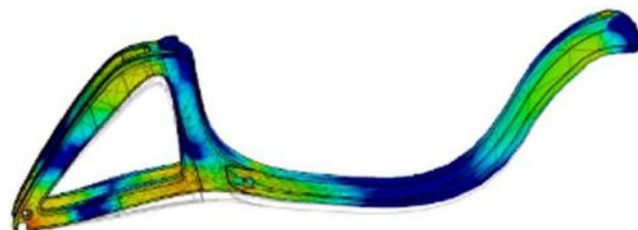


Figura 85: Análise quadro 8 fator de segurança
Fonte: do autor

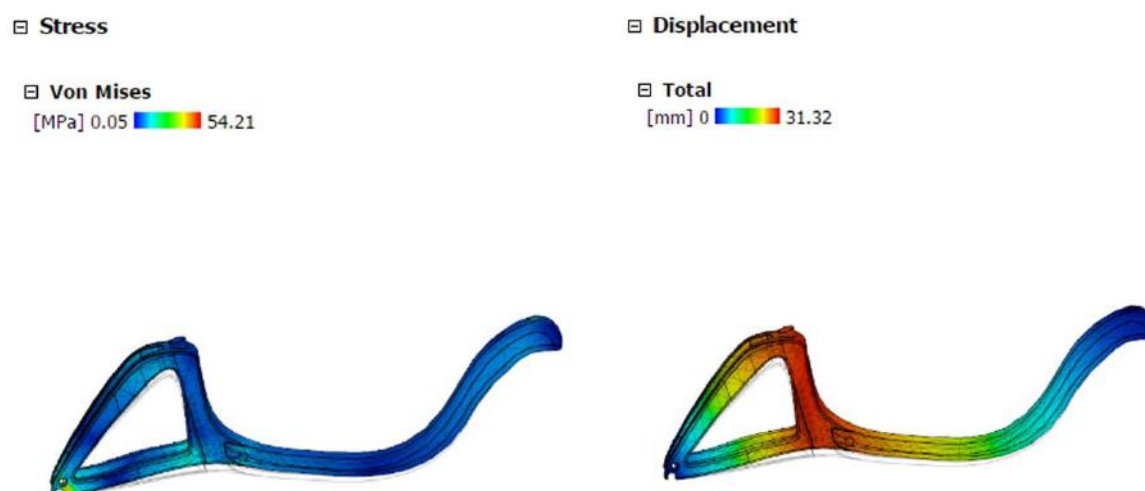


Figura 86: análise quadro 8 deslocamento e stress
Fonte: do autor

Pode-se concluir a análise, pelas figuras 73 e 77, com a seleção do quadro número 6, por apresentar melhor comportamento quando ao deslocamento do material, portanto por mostrar-se mais seguro quando em uso.

4.4 Lista de elementos complementares

Na lista de elementos complementares são incluídos todos os itens necessários à composição geral da bicicleta que podem ser encontrados no mercado e não foram projetados.

A busca foi realizada com o objetivo de coletar informações necessárias para estimativas gerais de preço, peso e para desenvolvimento de modelo tridimensional digital para renderização final. As informações principais são: material, peso, preço, dimensões gerais.

Os elementos escolhidos (figuras 87 a 101) prestam-se à cumprir os requisitos do projeto e à compor de forma harmônica a estética do produto e ao mesmo tempo devem ser o mais simples possível, para não agregar demasiado custo ao produto final e tornar a manutenção o mais simples possível.



Figura 87: selím royal plus city
 Fonte: disponível em
http://www.decathlon.com.br/rodas/pecas-e-ferramentas/selins-e-canotes/selim-royal-plus-city_234561?skuId=1323949, acesso em 10/06/2016

SELÍM ROYAL PLUS CITY

Material: couro sintético e espuma

Peso: 750 g

Preço: 69,00

Dimensões: Comprimento: 263mm /

Largura: 189mm



Figura 88: canote de selím
 Fonte: disponível em
http://www.decathlon.com.br/rodas/pecas-e-ferramentas/selins-e-canotes/selim-royal-plus-city_234561?skuId=1323949, acesso em 10/06/2016

CANOTE DE SELÍM 23,4 A 27,2 MM

Material: Alumínio 6061

Preço: 69,00

Dimensões: 330 mm



Figura 89: Argola de selím

Fonte: disponível em
http://www.decathlon.com.br/rodas/pecas-e-ferramentas/selins-e-canotes/argola-de-selim-31-8mm_34195?skuId=374006, acesso em 10/06/2016


ARGOLA DE SELÍM 31,8 MM

Material: alumínio e aço

Peso: 275 g

Preço: 18,00 (X duas unidades)

 <p>Figura 90: Cesta de arame WG Fonte: disponível em http://www.sparksports.com.br/cesta-de-arame-arame-em-aco-wg-aro-20-preta?gclid=CJzejfC7rM0CFQIHkQodVMADfA, acesso em 10/06/2016</p>	<p>CESTA DE ARAME WG</p> <p>Material: aço</p> <p>Peso: 346g</p> <p>Preço: 18,00</p> <p>Dimensões: 27x19x21</p>
--	---

 <p>Figura 91: Jogo de freio V brake logan Fonte: disponível em http://www.ciadopedal.com.br/freios/2297-freio-v-brake-aluminio-logan.html#/196-cor-polido, acesso em 12/06/2016</p>	<p>JOGO DE FREIO V BRAKE LOGAN</p> <p>Material: alumínio</p> <p>Preço: 30,00</p> <p>Componentes: (1 par dianteiro e 1 par traseiro)</p> <p>Sapatas de freio modelo Orbital</p> <p>4 parafusos allen de fixação</p> <p>4 arruelas</p> <p>2 sanfona emborrachada</p> <p>2 guias de cabo</p>
---	--

 <p>Figura 92: Kit de engrenagens de câmbio shimano Fonte: disponível em http://www.polario.com.br/kit-grupo-21v-shimano-+-pedivela-aco?gclid=CN-XtazNrM0CFRUFkQodw6oBQQ, acesso em 12/06/2016</p>	<p>KIT DE ENGRENAGENS DE CÂMBIO SHIMANO 21V</p> <p>Material: aço carbono revestido, outros.</p> <p>Peso: 1400 g</p> <p>Preço: 150,00</p> <p>Componentes: Par Passador Rapid Fire 21v</p> <p>1 - Câmbio Dianteiro Shimano TZ31</p> <p>1 - Câmbio Traseiro Shimano TZ31</p> <p>1 - Catraca Roda Livre 7v</p> <p>1 - Pedivela em Aço Carbono Revestido Preto</p> <p>1 - Corrente Index Fina</p>
---	---



Figura 93: Pedal ½ freestyle royal selle
Fonte: disponível em
<http://www.ciadopedal.com.br/pedais/4831-pedal-12-freestyle-royal-ciclo.html>, acesso em 12/06/2016

PEDAL ½ FREESTYLE ROYAL SELLE

Material: Nylon e aço cromo

Preço: 22,00



Figura 94: Bagageiro traseiro
Fonte: disponível em
<http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-687090415-bagageiro-bicicleta-mountain-bike-garupeira-garupa-JM>, acesso em 12/06/2016

BAGAGEIRO TRASEIRO

Material: aço carbono

Preço: 33,00



Figura 95: Farol dianteiro topeak
Fonte: disponível em
<http://www.biketown.com.br/produto/aceessorios-farol-lanterna/farol-dianteiro-topeak-whitelite-ii-com-3leds-topeak-1170.mstp>, acesso em 12/06/2016

FAROL DIANTEIRO TOPEAK

Material: plástico

Peso: 24g

Preço: 64,90

Dimensões: 5.8 x 3.5 x 3.5



Figura 96: Aro e raios 24"

Fonte: disponível em https://www.amazon.com/Sta-Tru-Silver-Front-Wheel-24X1-5-Inch/dp/B004YJ2ODY/ref=sr_1_47?s=outdoor-recreation&ie=UTF8&qid=1466426405&sr=1-47, acesso em 12/06/2016

ARO E RAIOS 24"

Material: liga metálica

Peso: 0,7 kg

Preço: \$66,00



Figura 97: Pneu kenda slick para asfalto

Fonte: disponível em <https://www.fujibike.com.br/pneu-26x1-kenda-slick-p-1267.html>, acesso em 12/06/2016

PNEU KENDA SLICK PARA ASFALTO

Material: borracha e nylon

Peso: 0.28 kg

Preço: 55,00 (x duas unidades)



Figura 98: Câmara de ar aro 24 kenda

Fonte: disponível em http://www.decathlon.com.br/rodas/pecas-e-ferramentas/pneus--camaras-e-roda/camara-de-ar-aro-24%E2%80%9D-kenda_32322?skuId=31669, acesso em 12/06/2016

CÂMARA DE AR ARO 24 KENDA

Preço: 17,90 (x duas unidades)

 <p>Figura 99: Guidão de bike high one Fonte: disponível em http://www.adrianbikeshop.com.br/peças-de-bike/guidoes/guidao-de-bike-high-one-alto-aluminio-25-4.html, acesso em 12/06/2016</p>	<p>GUIDÃO DE BIKE HIGH ONE</p> <p>Material: Alumínio</p> <p>Peso: 0.3 kg</p> <p>Preço: 33,00</p>
--	---

 <p>Figura 100: Mesa de guidão GIOS Fonte: disponível em http://www.kfbikes.com.br/mesa-de-guidao-gios-31-8-90mm-ra-09/p, acesso em 12/06/2016</p>	<p>MESA DE GUIDÃO GIOS 31.8 MM</p> <p>Material: Alumínio</p> <p>Preço: 46,00</p>
--	---

 <p>Figura 101: Espelho retrovisor redondo para bicicleta Fonte: disponível em http://www.monsterbike.com.br/retrovisor-wencun-jy-111-redondo-para-bicicleta, acesso em 13/06/2016</p>	<p>ESPELHO RETROVISOR REDONDO PARA BICICLETA</p> <p>Material: aço</p> <p>Peso: 0.14kg</p> <p>Preço:25,00</p>
---	---

4.5 Quadro

Com o desenvolvimento da análise das alternativas, análise paramétrica detalhada e análise de resistência dos quadros, pode-se escolher a alternativa 6 como a melhor para prosseguimento do projeto.

O modelo tridimensional foi desenvolvido à partir do software de modelagem SolidWorks (figura 102).

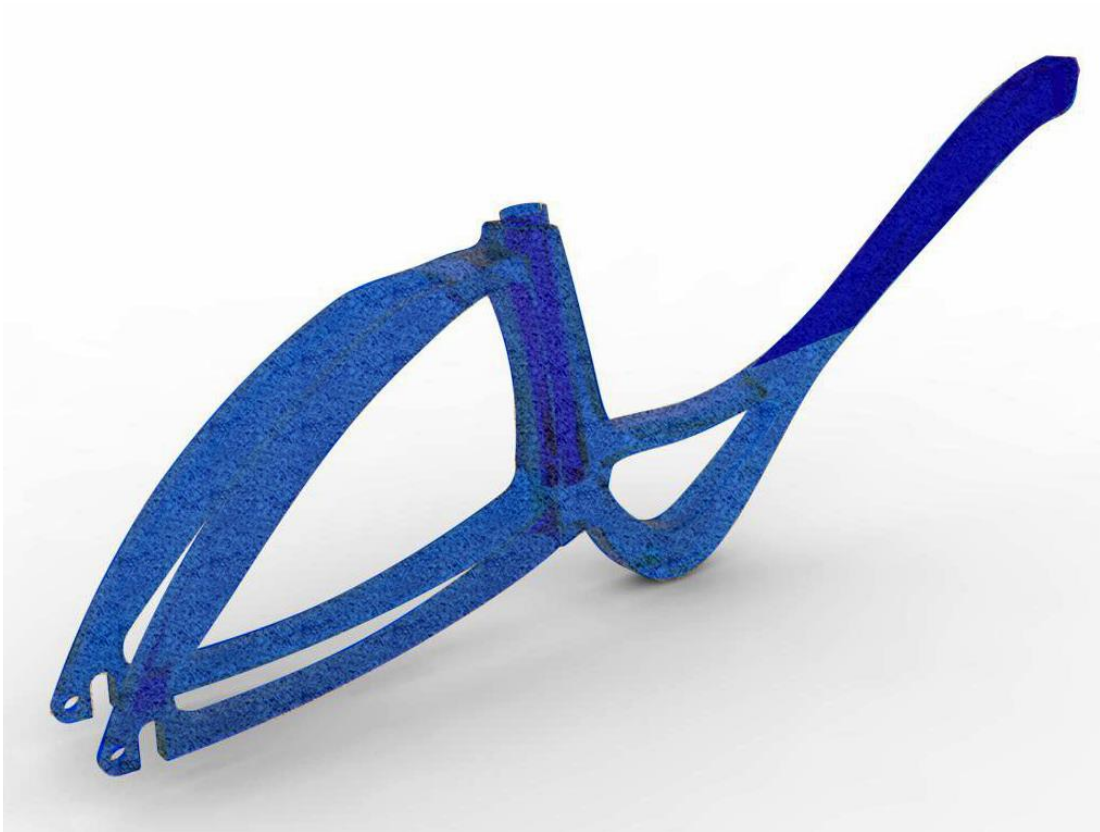


Figura 102: Quadro em perspectiva
Fonte: do autor

Apesar de composto por linhas curvas e formas orgânicas em sua maioria, o quadro mantém o posicionamento tradicional dos componentes (figuras 103 e 104).



Figura 103: Elementos do quadro
 Fonte: adaptado de Hallet, R. 2016, pag.32

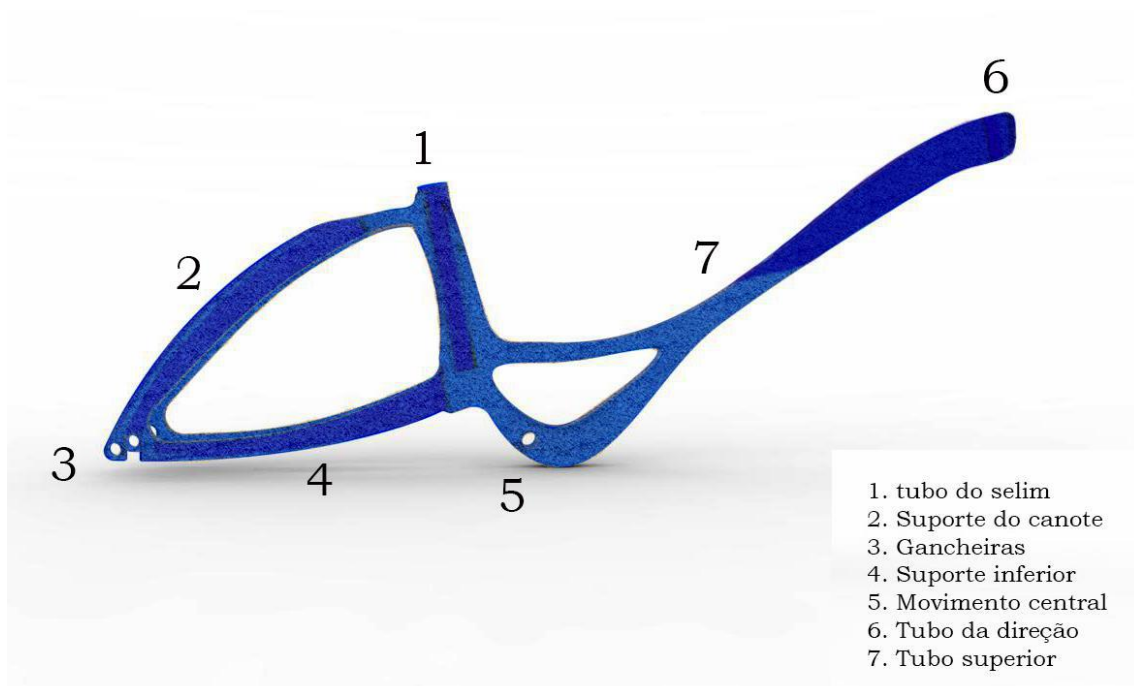


Figura 104: Elementos do quadro projetado
 Fonte: do autor

O dimensionamento do quadro foi planejado de forma a adequá-lo aos elementos complementares que farão parte da composição da bicicleta como conjunto, como por exemplo o garfo, tubo do selim, eixos das rodas

A figura 105 detalha o quadro através de imagens aumentadas.



Figura 105: Detalhes do quadro
Fonte: do autor

As dimensões gerais são de 96 cm de comprimento, 38 cm de altura máxima e 9 cm de largura máxima (figura 106)

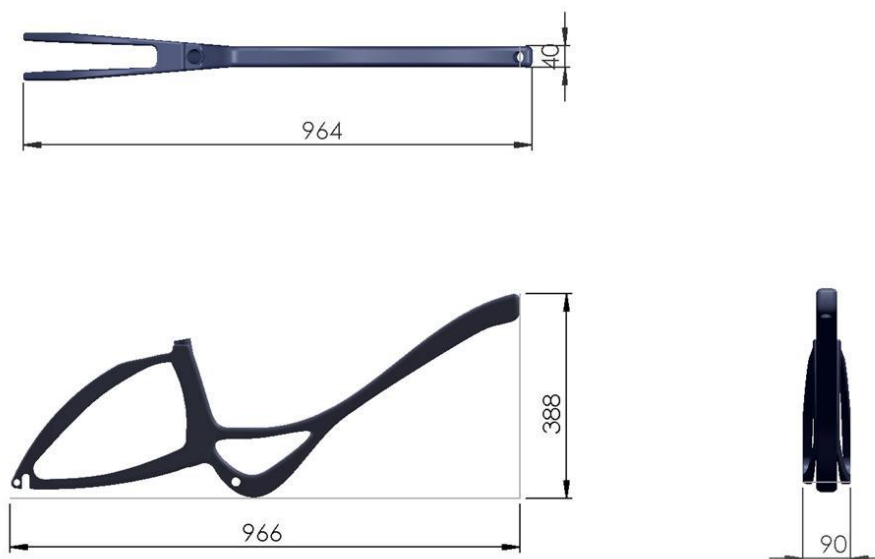


Figura 106: Dimensões gerais do quadro
Fonte: do autor

4.6 Arranjo

O desenvolvimento do modelo tridimensional e a montagem do arranjo da bicicleta é de extrema importância para a completa visualização da relação entre o produto projetado e os componentes complementares. A visualização se dá de forma visual, no se se trata à combinação estética do quadro e os complementos e de forma estrutural, no que se relaciona aos encaixes e dimensões (figura 107).



Figura 107: Conjunto bicicleta em perspectiva
Fonte: do autor

A listagem de elementos, assim como seu posicionamento é fundamental para orientar a montagem final do arranjo. O arranjo final é composto por 17 elementos distintos (figura 108)



Figura 108: Vista explodida com listagem de elementos
 Fonte: do autor

A simulação do conjunto final se dá através de imagens renderizadas em diversos ângulos e permite a completa visualização estética e harmônica do produto (figuras 109 a 112).

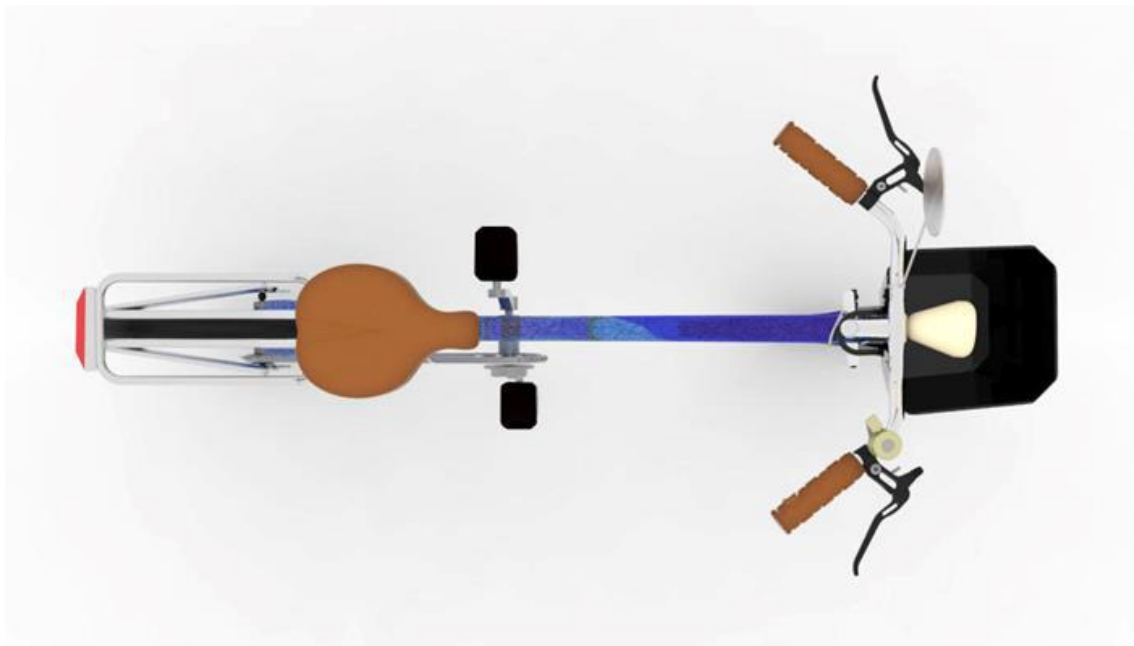


Figura 109: Vista de topo ilustrativa
 Fonte: do autor



Figura 110: Perspectiva ilustrativa
Fonte: do autor



Figura 111: Detalhe roda traseira
Fonte: do autor



Figura 112: Vista frontal ilustrativa
Fonte: do autor

As imagens renderizadas ilustram as possibilidades de variação de cores do quadro, como por exemplo:

- Composto por amarelo e preto (figura 113).



Figura 113: Conjunto com quadro amarelo
Fonte: do autor

- Composto por bege (figura 114).



Figura 114: Conjunto com quadro bege
Fonte: do autor

- Composto por cor de laranja e preto (figura 115).



Figura 115: Conjunto com quadro cor de laranja
Fonte: do autor

- Composto por cinza e verde (figura 116)



Figura 116: conjunto com quadro cinza e verde
Fonte: do autor

- Composto por tons de verde (figura 117).



Figura 117: Conjunto com quadro verde
Fonte: do autor

4.7 Ambientação

A ambientação permite a visualização do objeto em diversos contextos geográficos aos quais se destina.

Foi composta uma ambientação de um objeto e um usuário uma ciclovia na cidade do Rio de Janeiro (figura 118).



Figura 118: Ambientação em ciclovia no Rio de Janeiro
Fonte: do autor

Uma das composições demonstra o objeto estacionado em um bicicletário localizado em uma praça pública (figura 119).



Figura 119: Ambientação bicicletário em praça pública
Fonte: do autor

Também foi ilustrada a utilização do objeto em uma cidade de tamanho mediado, um dos contextos geográficos previstos no item 2.5 deste relatório (figura 120).



Figura 120: Ambientação em rua asfaltada
Fonte: do autor

Ainda estende-se a ambientação a um contexto ao qual seu uso pode ser estendido, o lazer. A imagem ilustra a bicicleta sendo utilizada em um parque (figura 121).



Figura 121: Ambientação em parque
Fonte: do autor

4.8 Aspectos estéticos e estruturais

O material aplicado ao quadro confere uma estética inovadora ao ponto que permite a utilização da transparência do material plástico a favor da estética das fibras naturais. A mistura de cores e texturas únicas do material prestam-se também a personalizar cada quadro, uma vez que o processo de fabricação permite a mistura de duas ou mais cores de forma aleatória.

A peculiaridade pode ser observada também nas formas curvas e orgânicas, perfeitamente viáveis tendo em vista o processo de fabricação em peça única por injeção. Tal processo, juntamente com material resultam em um quadro rígido, resistente, visualmente e fisicamente leve, inovador e atrativo.

As formas transmitem leveza ao usuário e adequam-se ao estilo de vida das cidades e às novas tecnologias.

Outro aspecto positivo se relaciona à durabilidade do quadro, já que o material não necessita de acabamentos superficiais e manutenção de pintura e não enferruja.

A escolha da rodas aro 24' aponta melhoras importantes quando em comparação com os tradicionais 26', como por exemplo: diminuição da dimensão total do objeto, o que facilita o transporte e a armazenagem; o aumento da estabilidade e dirigibilidade da bicicleta, o que por consequencia gera mais segurança e conforto no andar. Como ponto negativo pode-se destacar a diminuição da velocidade e do rendimento da pedalada, o que se torna menos importante em uma bicicleta do tipo urbano, já que a velocidade máxima permitida em perímetros urbanos é de 20km/h (figura 122).

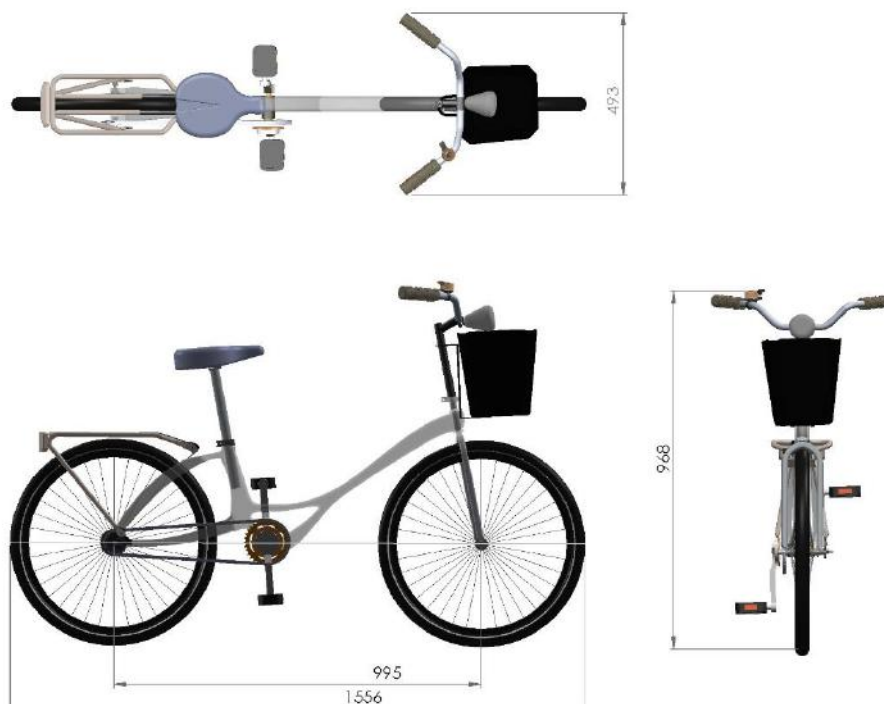


Figura 122: Dimensoes gerais conjunto
Fonte: do autor

4.9 Aspectos ergonômicos

A forma e o material do quadro resultam em diversos aspectos vantajosos do ponto de vista ergonômico, como:

- **Maior absorção de impactos e vibrações**
- **Menor absorção de calor**
- **Maior leveza 1,8 kg**
- **Excelente adequação às medidas do usuário por possuir 3 tamanhos.**

A análise da adequação do usuário ao objeto foi realizada a partir dos dados coletados em etapas anteriores e o dimensionamento dos três tamanhos de quadro projetados, P, M e G.

Para tal, utilizou-se como base a formula de estimativas de comprimentos de parte do corpo em pé, em função da estatura H (figura 123), (IIDA, 2005).

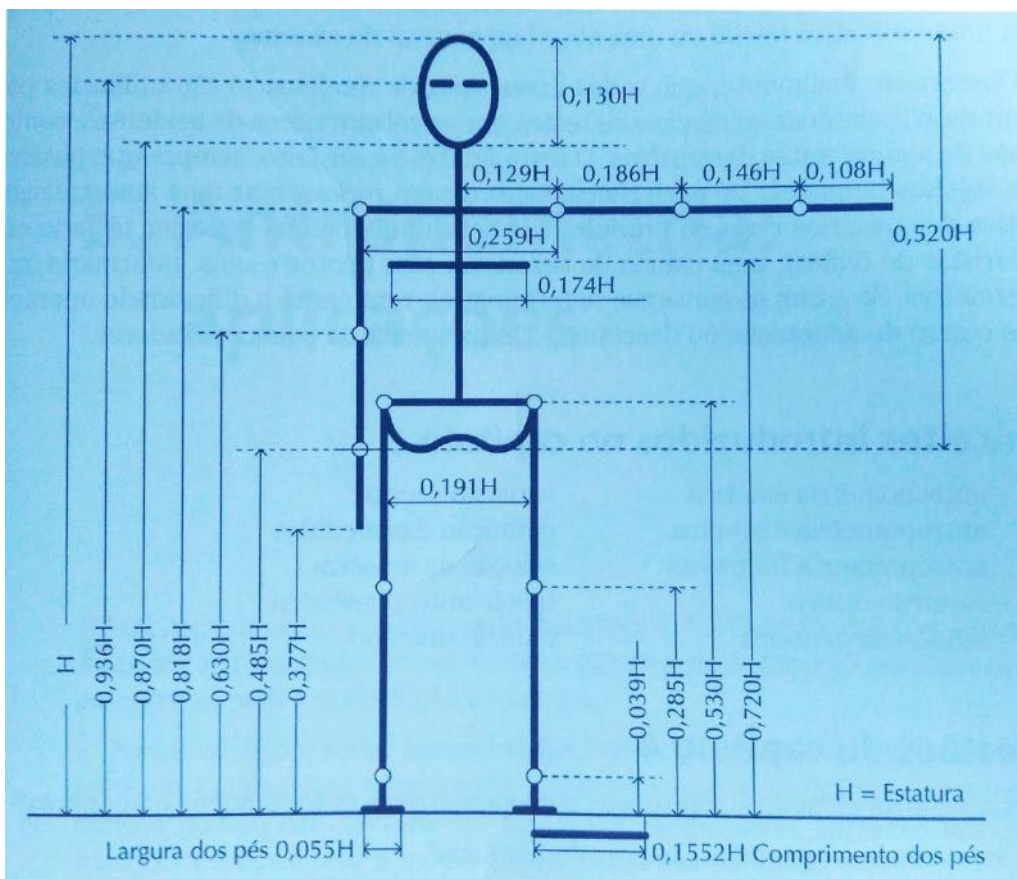


Figura 123: Estimativas de comprimentos de partes do corpo em pé, em função da estatura H
Fonte: (IIDA, 2005, p. 133)

Para o teste de imagem utilizou-se indivíduos de estaturas 1,50m, 1,70m e 1,85m posicionados sobre bicicletas com quadros tamanho P, M e G respectivamente (figura 124).



Figura 124: Teste bidimensional de adequação de percentis
Fonte: do autor

Também foi realizado um teste tridimensional com um indivíduo com estatura de 1,75 em uma bicicleta de tamanho M (figura 125).

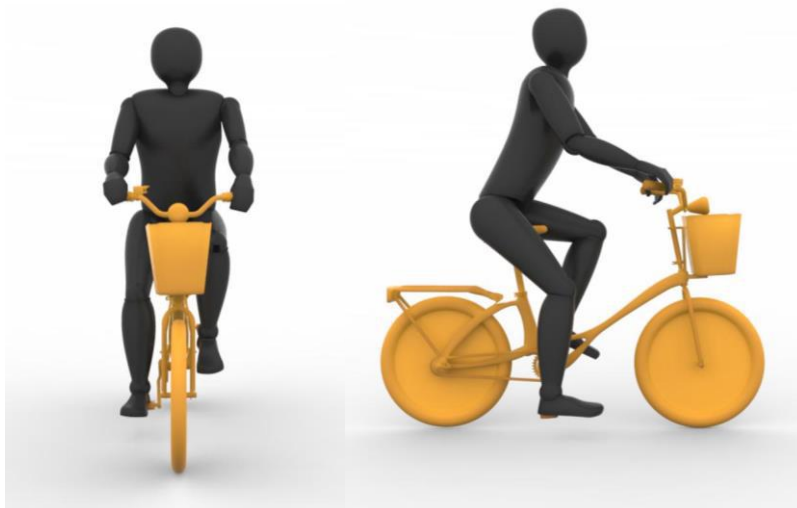


Figura 125: Teste tridimensional de adequação do percentil médio em quadro M
Fonte: do autor

4.10 Aspectos econômicos e sociais

O material e o processo de fabricação do quadro permitem menor custo unitário quando produzido em média/larga escala, além de significarem um processo mais inteligente, uma vez que o produto não necessita de acabamentos superficiais complementares, como soldas e pintura.

Além disso, outras características somadas pelo uso do material WPC, excluem a necessidade da utilização de complementos, como por exemplo, os amortecedores.

Os resultados obtidos prevêm melhorias na qualidade de vida da população brasileira em geral através da otimização da bicicleta, de reais melhorias em seu componente principal (quadro). Tais melhoras estimulam o uso do objeto, criam afinidade produto/usuário e diminuem custos, contribuindo para que seja acessível a um maior número de usuários.

O objeto, como meio de transporte, por sí só contribui para uma sociedade sustentável e maior qualidade de vida.

4.11 Aspectos relacionados à sustentabilidade

A análise de melhoras relacionadas à sustentabilidade tem o objetivo de detalhar em diversos pontos as melhoras significativa na inovação do produto, do ponto de vista ambiental e tem sua origem na etapa anterior Ecodesign: conceitos e ferramentas.

A ferramenta de análise prevista, a Roda de Lids, consiste em uma ferramenta de análise ambiental, que funciona através da comparação do novo produto desenhado à produtos similares encontrados no mercado e no detalhamento de diversos pontos significativos.

O produto similar utilizado para base de tal comparação é um quadro de alumínio 6061 de aproximadamente 4 kg.

Os pontos analisados são: materiais com baixo impacto, redução de materiais, melhores técnicas de produção, distribuição eficiente, redução do impacto durante o uso,

otimização da vida útil, otimização do fim de vida e os resultados podem ser observados pela imagem da roda de Lids preenchida e o detalhamento ponto a ponto (figura 126).



Figura 126: Roda de LIDS preenchida
Fonte: do autor

0: Desenvolvimento de um novo conceito: as melhoras no desenvolvimento do novo conceito relacionam-se à:

- Otimização do produto com a aplicação de materiais eficientes e inovadores
- Inovação da forma através das possibilidades dos novos materiais e processos ligados à este
- Estética inovadora

1: materiais de baixo impacto: Neste ponto, sem dúvidas pode-se observar uma melhora significativa, que pode ser observada principalmente na diminuição da emissão de gases tóxicos na atmosfera. O material WPC, ao substituir parte do material plástico por fibras naturais, agrega rigidez e resistência, deixa de utilizar parte da matéria-prima de origem fóssil, o que o torna ainda mais superior quando relacionado ao alumínio. Os pontos de melhora são:

- Materiais limpos
- Materiais reciclados

- Materiais renováveis
- Menos materiais de origem fóssil
- Utilização de materiais que seriam descartados (fibras de madeira)

2: Redução de materiais: quanto à redução de materiais as melhoras significativas são:

- Redução total de material em peso (diminuição para menos de 2 kg)
- Redução de materiais de acabamento e pintura

3: Melhores técnicas de fabricação: as técnicas de fabricação do novo material representam uma grande melhora com relação ao produto de alumínio. Além da possibilidade de fabricação em peça única e maciça, podem ser listadas:

- Simplificação das técnicas de produção
- Menor quantidade de passos de produção
- Menor consumo energético durante a fabricação
- Menor liberação de gases tóxicos
- Utilização de energia limpa
- Eliminação de soldas
- Diminuição na quantidade de insumos

4: Distribuição eficiente: quanto à otimização do sistema de distribuição pode-se destacar:

- Embalagem limpa e reutilizável

5: Redução do impacto durante o uso: por ser a bicicleta urbana (movida à tração humana) um meio de transporte limpo e com impacto próximo à zero durante seu uso, a aplicação de materiais mais eficientes na produção do quadro não gera melhoras significativas neste ponto específico.

6: Otimização da vida útil: a melhora na otimização da vida útil pode ser destacada em diversos pontos, como:

- Utilização de material resistente à impactos
- Utilização de material resistente à corrosão e fatores externos em geral
- Forte relação entre usuário e produto
- Estética simples e atrativa

7: Otimização do sistema de fim de vida: quanto ao sistema de fim de vida, as melhoras significativas são:

- Utilização de material com alta reciclabilidade

CONCLUSÃO

Concluo o presente projeto com imensa alegria em contribuir de alguma forma para a melhoria da qualidade de vida dos brasileiros, trazendo experiências agradáveis vividas durante um intercambio no exterior e bons exemplos que podem e devem ser seguidos.

O projeto cumpriu, em todos os requisitos o que foi pretendido em suas fases iniciais. A bike fibi torna-se um meio de estimular a utilização da bicicleta como meio de transporte prático, limpo, leve, saudável e economico, além de contribuir para o desenvolvimento de materiais sustentáveis.

Para melhorias posteriores à finalização deste cronograma, pode-se destacar a realização de prototipo para testes em escala 1:1, que permite reforçar testes de resistência e encaixes, e também incluir e testar novas opções de materiais sustentáveis, como por exemplo a fibra de mamona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIVROS, ARTIGOS E TESES:

MUNARI, B. **Como nacen los objetos: apuntes para una metodología proyectual**. 10. Ed. Barcelona: Gustavo Gili S.A. 2004.

LIDWELL, W.; HOLDE, K.; BUTLER, J.; **Principios universais do Design**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

IIDA, I., **Ergonomia projeto e produção**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2005

FILHO, J.G.; **Ergonomia do objeto: sistema técnico de leitura ergonômica**. 2 ed. São Paulo: Escrituras, 2010.

ARAGÓN, C. **Guía practica para la aplicación del ecodiseño**. Zaragoza, 2007. Prysmas: calidad y medio ambiente. CEPYME ARAGÓN.

CALLISTER Jr. W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: uma Introdução**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002

HALLET, R. **A bicicleta em detalhes: um guia ilustrado para uma viagem em duas rodas**. 1º ed. Barueri: Quarto editora, 2016..

TROMBETA, E. **Utilização de fibra natural de pinus (serragem) como reforço em componentes automotivos compostos de polipropileno**. Curitiba, 2010. Dissertação (mestrado em engenharia mecânica). Pós graduação. Universidade Federal do Paraná.

GOMES DE PAULA, P. **Formulação e caracterização de compósitos com fibras vegetais e matriz termoplástica**. Campos dos Goytacazes, RJ, outubro de 2011. Dissertação (mestrado em engenharia e ciencia dos materiais). Pós graduação. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

PAULA, R. M. , COSTA D. L. **Madeira plástica: aliando tecnologia e sustentabilidade**. Artigo. XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, 2008

CORREA, C. A. et al. **Compósitos Termoplásticos com Madeira**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 13, p. 154-165, 2003. Artigo tecnico-científico. Universidade São Francisco.

OLIVEIRA, P. F. **Compósito de polipropileno/fibras naturais de coco e curauá**. Dissertação de mestrado. Março de 2010. IMA, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SANTOS, F.A. **Estudo de misturas de hdpe e serragem de cedro para obtenção de madeira plástica**. Dissertação de mestrado. Agosto de 2008. IMA. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SILVA M. et. al. **Como se fazem bicicletas**. MIEM, outubro de 2012. Relatório do projeto FEUP. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto.

SILVA, A. D. M. M. **Análise estrutural do quadro de uma bicicleta**. Abril de 2014. Simulação de processos tecnológicos. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade do Porto.

SITES CONSULTADOS:

ABNT. **Normas técnicas para bicicletas**. Disponível na internet via <http://www.abnt.org.br/>. Acessado 17/07/2016.

MACEDO, V. **Metrópoles e bicicletas: veja cidades pelo mundo com belas ciclovias**. Disponível na internet via <http://viajeaqui.abril.com.br/materias/galeria-metropoles-e-bicicletas-ciclovias#9>. Acesso em 09/12/15

REIS, T. **Ciclovias nas capitais**. Disponível na internet via <http://g1.globo.com/brasil/noticia/2014/03/ciclovias-representam- apenas-1-da-malha-viaria-das-capitais-no-pais.html>. Acesso em 09/12/15

BLOG EU VOU DE BIKE. **As cidades do Brasil com melhor estrutura aos ciclistas**. Disponível na internet via <http://www.euvoudebike.com/2010/09/as-cidades-do-brasil-com-melhor-estrutura-aos-ciclistas/>. Acesso em 09/12/15

MOBILIZE. **Estrutura cicloviária nas cidades do Brasil**. Disponível na internet via <http://www.mobilize.org.br/estatisticas/28/estrutura-ciclovitaria-em-cidades-do-brasil-km.html> acessado 09/12/15

BLOG DO CICLISTA. **As melhores e mais incríveis ciclovias do mundo**. Disponível na internet via <http://blogdociclista.com.br/melhores-incriveis-ciclovias-no-mundo/>. Acesso em 09/12/15

SUSTENTARQUI. **Ciclovias solar na Coreia do sul**. Disponível na internet via <http://sustentarqui.com.br/urbanismo-paisagismo/ciclovias-solar-na-coreia-do-sul/>. Acesso em 09/12/15

ESCOLA DE BICICLETA. **Tipos básicos de bicicleta**. Disponível na internet via <http://www.escoladebicicleta.com.br/bicicletatipos.html> Acesso em 10/11/15

STARTUP FELLOWSHIP. **Metodologia double diamond**. Disponível na internet via <http://startupfellowship.com/>. Acesso em 08/01/2016

ESCOLA DESIGN THINKING. **Mini toolkit design thinking**. Disponível na internet via <http://www.escoladesignthinking.com.br/>, acessado 08/01/2016

ANDRADE, W. **O avanço das bicicletas no Brasil e no mundo**. Disponível na internet via <http://www.revistaforum.com.br/2014/07/26/o-avanco-das-bicicletas-brasil-e-mundo/>. Acesso em 08/01/16

GAZETA DO POVO. **Av. João Gualberto vira via calma.** Disponível na internet via <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/futuro-das-cidades/av-joao-gualberto-vira-via-calma-com-limite-de-30kmh-3hlexmka5olt2jm4orxp9j9tu>. Acesso em 17/06/2016

REVISTA FÓRUM. **O Avanço das bicicletas no Brasil e no mundo.** Disponível na internet via <http://www.revistaforum.com.br/2014/07/26/o-avanco-das-bicicletas-brasil-e-mundo/>. Acesso em 26/05/2016

CRUZ, W. **Ciclovias em São Paulo.** Disponível na internet via <http://vadebike.org/2014/09/sao-paulo-novas-ciclovias-setembro/>. Acesso em 08/01/16

GAETE, C. M. **Holanda inaugura a primeira ciclovia solar do mundo que gera energia para a cidade.** Disponível na internet via <http://www.archdaily.com.br/br/758754/holanda-inaugura-a-primeira-ciclovia-solar-do-mundo-que-gera-energia-para-a-cidade>. Acesso em 11/01/2016

BARBOSA, V. **Primeira ciclovia solar do mundo.** Disponível na internet via <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/primeira-ciclovia-solar-do-mundo-gera-energia-de-sobra>. Acesso em 11/01/16

GREEN SAVERS. **Hovenring de Eindhoven: ciclovia suspensa futurista separa bicicletas de trânsito automóvel.** Disponível na internet via <http://institutoecoacao.blogspot.com.br/2013/10/hovenring-de-eindhoven-ciclovia.html>. Acesso em 11/01/16

BERTOLINI, E. **Ciclovia suspensa resolve problema de deslocamentos em Copenhagen.** Disponível na internet via <http://vadebike.org/2014/07/ciclovia-suspensa-aerea-copenhague-cykelslangen/>. Acesso em 11/01/16

CICLO VIVO. **Coreia do Sul tem ciclovia coberta com placas solares.** Disponível na internet via <http://www.mundosustentavel.com.br/2015/04/coreia-do-sul-tem-ciclovia-coberta-com-placas-solares/>. Acesso em 11/01/16

MUNGUIÁ, A. **El bidegorri Amara-Ibaeta por el antiguo túnel de Morlans se abrirá en Semana Santa.** Disponível na internet via <http://www.diariovasco.com/20090127/san-sebastian/bidegorri-amara-ibaeta-antiguo-20090127.html>. Acesso em 11/01/16

MUZZICYCLES. **Características muzzicycles.** Disponível na internet via <http://www.muzzicycles.com.br/>. Acessado em 15/01/16

REDAÇÃO ECOV. **As muzzicycles são bicicletas feitas a partir de garrafas PET recicladas.** Disponível na internet via http://www.ecodesenvolvimento.org/ecodtv/bikes-recicladas-pet.flv/video_view. Acesso em 15/01/16

GUIA 2 RODAS. **Componentes da bicicleta.** Disponível na internet via <http://guia2rodas.wordpress.com/iniciando-no-ciclismo/>. Acesso em 15/01/16

ORTOCLÍNICA BAURU. **Bicicleta: técnica básica e ergonomia.** Disponível na internet via <http://www.ortoclinicabauru.com.br/artigos/bicicleta-%E2%80%93-tecnica-basica-e-ergonomia>. Acesso em 18/01/16

CATRACA LIVRE. **Amantes das bikes se encontram na Ciclovia Niemeyer.** Disponível na internet via <https://catracalivre.com.br/rio/agenda/gratis/amantes-das-bikes-se-encontram-na-ciclovia-niemeyer/>. Acessado 19/01/16

RPG. **Postura correta ao andar de bicicleta.** Disponível na internet via <http://www.rpgsouchard.com.br/pacientes/postura-correta-2/>. Acesso em 20/01/16

THE DOW CHEMICAL COMPANY. **Processo de moldagem por injeção.** Disponível na internet via <http://www.dow.com/polyethylene/la/pt/fab/molding/improcess.htm>. Acesso em 11/05/2016

MADEPLAST. **Sustentabilidade.** Disponível na internet via <http://www.madeplast.com.br/sustentabilidade/>. Acessado 02/02/16

LINHA EVO. **Produtos sustentáveis.** Disponível na internet via <http://www.linhaevo.com.br/#!sustentabilidade/c42f>. Acessado 02/02/2016

BEOLOGIC. **WPC wood plastic composites.** Disponível na internet via <http://www.beologic.com/en/home>. Acessado 05/02/2016

PORTAL DA MADEIRA. **Composto madeira plástica WPC.** Disponível na internet via <http://portaldamadeira.blogspot.com.br/2010/03/composto-madeira-plastico-wpc-producao.html>. Acesso em 04/03/2-16

MERCADO LIVRE. **Bicicleta urbana estilo vintage.** Disponível na internet via http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-728123586-bicicleta-urbana-summer-estilo-retr-vintage-art-trike-_JM. Acessado 23/06/2016.

ESTADÃO. **Ford apresenta sua primeira bicicleta urbana.** Disponível na internet via <http://www.estadao.com.br/jornal-do-carro/noticias/motos,ford-apresenta-sua-primeira-bicicleta-urbana,8617,0.html>. Acesso em 20/01/16

PLANETA SUSTENTÁVEL. **Empresa diz ter criado primeira bike urbana inteligente.** Disponível na internet via <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticias/empresa-diz-ter-criado-primeira-bike-urbana-inteligente-750720.shtml>, acessado 20/01/16

SUPER INTERESSANTE. **Bicicleta de plástico reciclado produzida no Brasil.** Disponível na internet via <http://super.abril.com.br/blogs/planeta/bicicleta-de-plastico-reciclado-produzida-no-brasil/>. Acessado 18/10/15

NET SHOES. **Bicicleta Caloir aventura aro 26.** Disponível na internet via <http://www.netshoes.com.br/produto/bicicleta-caloi-ventura--aro-26--21-marchas-124-0104-014>. Acessado 07/01/16

BIKE PORTELA. **Caloi 300 feminina.** Disponível na internet via <http://www.bikeportella.com.br/?50,caloi-300-fem-21v>. Acessado 07/01/16

EXTRA. **Bicicleta walk urbano.** Disponível na internet via <http://www.extra.com.br/EsportesLazer/Bicicletas/Aro26/Bicicleta-Walk-Urbano-aro-26-freio-v-brake-21v.-6634639.html>. Acessado 15/01/16

WALMART. **Bicicleta urban premium com 21 marchas tito bike**. Disponível na internet via https://www.walmart.com.br/item/1571348/sk?utm_source=google-pla&adtype=pla&utm_medium=ppc&utm_term=1571348&utm_campaign=esporte+1571348. Acessado 16/01/16

BIKE PORTELA. **Caloi city tour aro 700**. Disponível na internet via <http://www.bikeportella.com.br/?188,caloi-city-tour-aro-700-27v>. Acessado 15/01/16

CAMELO URBANO. **Metier mixtie**. Disponível na internet via <http://www.camelourbano.com.br/metiermixte/>. Acessado 16/01/16

GIANT BICYCLES. **Bike road**. Disponível na internet via <http://www.giant-bicycles.com/en-US/bikes/road/825/32260/>. Acessado 03/03/16

PEDALERIA. **Qual o tamanho do meu quadro**. Disponível na internet via <http://www.pedaleria.com.br/qual-o-tamanho-meu-quadro/>. Acessado 03/03/16

PROJETO PEDAL. **Escolher o tamanho do quadro de estrada**. Disponível na internet via <https://oprojetopedal.wordpress.com/2015/01/27/escolher-o-tamanho-do-quadro-de-estrada/>. Acessado 12/05/2016

DECATHLON. **Selim royal plus city**. Disponível na internet via http://www.decathlon.com.br/rodas/pecas-e-ferramentas/selins-e-canotes/selim-royal-plus-city_234561?skuId=1323949. Acessado 10/06/2016

SPARK SPORTS. **Cesta de arame em aço WG preta**. Disponível na internet via <http://www.sparksports.com.br/cesta-de-arames-arames-em-aco-wg-aro-20-preta?gclid=CJzejfC7rM0CFQIHkQodVMADfA>. Acessado 10/06/2016

CIA DO PEDAL. **Freio V brake alumínio logan**. Disponível na internet via <http://www.ciadopedal.com.br/freios/2297-freio-v-brake-aluminio-logan.html#/196-cor-polido>. Acesso 12/06/2016

POLARIO. **Kit grupo 21 V shimano**. Disponível na internet via <http://www.polario.com.br/kit-grupo-21v-shimano+-pedivela-aco?gclid=CN-XtazNrM0CFRUFkQodw6oBQQ>. Acessado 12/06/2016

MERCADO LIVRE. **Bagageiro bicicleta montain bike**. Disponível na internet via http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-687090415-bagageiro-bicicleta-mountain-bike-garupeira-garupa-_JM. Acessado 12/06/2016

BIKE TOWN. **Farol dianteiro topeak**. Disponível na internet via <http://www.biketown.com.br/produto/acessorios-farol-lanterna/farol-dianteiro-topeak-whitelite-ii-com-3leds-topeak-1170.mstp>. Acessado 12/06/2016

AMAZON. **Sta tru silver front wheel**. Disponível na internet via <https://www.amazon.com/Sta-Tru-Silver-Front-Wheel-24X1-5->

Inch/dp/B004YJ2ODY/ref=sr_1_47?s=outdoor-recreation&ie=UTF8&qid=1466426405&sr=1-47. Acessado 12/06/2016

FUJI BIKE. **Pneu Kenda slick.** Disponível na internet via <https://www.fujibike.com.br/pneu-26x1-kenda-slick-p-1267.html>. Acessado 12/06/2016

ADRIAN BIKE SHOP. **Guidão de bike high one alto alumínio.** Disponível na internet via <http://www.adrianbikeshop.com.br/peças-de-bike/guidoes/guidao-de-bike-high-one-alto-aluminio-25-4.html>. Acessado 12/06/2016

KF BIKES. **Mesa de guidão gios.** Disponível na internet via <http://www.kfbikes.com.br/mesa-de-guidao-gios-31-8-90mm-ra-09/p>. Acessado 12/06/2016

MONSTER BIKE. **Retrovisor redondo para bicicleta.** Disponível na internet via <http://www.monsterbike.com.br/retrovisor-wencun-jy-111-redondo-para-bicicleta>. Acessado 13/06/2016

CICLOFEPAT. **Materiais usados na bicicleta.** Disponível na internet via <http://www.ciclofepat.com.br/material-bicicleta.html>. Acesso em 12/06/2016