

Charles Fernandes Constantino

QUADRO DE BICICLETA PRODUZIDO POR MEIO DA FABRICAÇÃO DIGITAL

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Design do Centro de Comunicação e Expressão da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Design.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Ana Veronica Pazmino

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa
de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Constantino, Charles Fernandes

Quadro de bicicleta produzido por meio de fabricação digital / Charles
Fernandes Constantino; orientador, Ana Veronica Pazmino, 2019.
139 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão,
Graduação em Design, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Design. 2. Bicicleta. 3. Fabricação digital. 4. Madeira. I.
Ana Veronica Pazmino. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Design. III. Título.

Charles Fernandes Constantino

QUADRO DE BICICLETA PRODUZIDO POR MEIO DA FABRICAÇÃO DIGITAL

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Design e aprovado em sua forma final e aprovado em sua forma final pelo Curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 05 de dezembro de 2019.

Prof^a. Mary Vonni Meürer, Dra. Coordenadora do Curso de Design UFSC

Banca Examinadora:

Prof. Ivan Luiz de Medeiros, Dr. Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Henrique Coutinho, Dr. Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. ^a Ana Veronica Pazmino, Dr.^a

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a Deus que me ajudou até aqui, aos meus familiares, minha namorada e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores da Universidade Federal de Santa Catarina que participaram do meu processo acadêmico dedicando seu tempo e conhecimento em minha formação, também a todos os professores de outros cursos ou turmas que mesmo não havendo me dado aula, me inspiraram e incentivaram durante toda a graduação. Minha família que, mesmo em meio às dificuldades, sempre me auxiliou e me estimulando a permanecer. Agradeço grandemente minha orientadora Ana Verônica Pazmino que conseguiu ver potencial em mim em uma disciplina da segunda fase e que, desde então, me deu oportunidades e me influenciou a hoje amar aquilo que faço. Por fim, agradeço também aos meus colegas e em especial ao meu amigo Davi, que sempre me auxiliou em diversos momentos da faculdade e tem sido um companheiro nos *freelas* da vida.

RESUMO

O trabalho de conclusão de curso trata do desenvolvimento de um quadro de bicicleta urbana utilizando a tecnologia de fabricação digital como meio confecção. O projeto vem de encontro à tendência do uso da bicicleta como meio de transporte, ao uso de materiais e processos semiartesanaís e de pequena escala de produção. Entre os objetivos o PCC tratou do estudo e teste de materiais para serem utilizados no quadro da bicicleta, além da definição das tecnologias de fabricação digital que poderiam envolver sua fabricação. O processo projetual utilizado foi o do Design Thinking além do uso de diversas ferramentas de design para identificar e definir o público, assim como identificar produtos similares no mercado nacional e internacional. Como resultado o trabalho mostra um modelo de apresentação e a indicação de um processo de fabricação digital como meio de construção de um quadro de bicicleta.

Palavras-chave: Fabricação digital. Design de Produto. Quadro de bicicleta.

ABSTRACT

The course completion paper deals with the development of an urban bicycle frame using digital fabrication technology as a means of fabrication. The project meets the trend of bicycle use as a means of transportation and the use of semi-artisanal and small-scale production materials and processes. Among the objectives the CCP dealt with the study and testing of materials to be used in the bicycle frame; definition of digital manufacturing technologies. The design process used was Design Thinking and various design tools to identify and define the public as well as identify similar products in the national and international market. As a result the work shows a presentation model and the indication of a digital manufacturing process as a means of constructing a bicycle frame.

Keywords: Digital fabrication. Product Design. Bicycle frame.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema demonstrativo das etapas do Design Thinking.....	20
Figura 2- Ciclo de Prototipação.....	21
Figura 3 – Celerífero de madeira datado de 1820	23
Figura 4 – Modelo de bicicleta de John Kemp Starley	24
Figura 5 - Destaque de bicicletas do século XX	25
Figura 6 - Uso de bicicletas na Dinamarca e no Japão.....	27
Figura 7 - Produção mundial de bicicletas	28
Figura 8: Perfil de atividade física dos ciclistas de São Paulo	30
Figura 9: Disponibilidade para utilizar a bicicleta como transporte	31
Figura 10: Perfil de deslocamento.....	31
Figura 11: Análise estrutural de bicicleta.....	34
Figura 12: Modelo de bicicleta com suspensão rígida	35
Figura 13: Bicicleta Full Suspension Scott Spark 950	36
Figura 14: Modelo de bicicleta atual que utiliza cubo interno	37
Figura 15: Guidão Reto Flat.....	38
Figura 16: Modelo Riser Curvo.....	38
Figura 17: Guidão Bullhorn Bar.....	39
Figura 18: Modelo de guidão Drop Bars.....	39
Figura 19: Modelo de guidão Cruiser Bars	40
Figura 20 - Modelo diamante utilizado em aros de bicicletas.....	41
Figura 21 - Modelos de quadros <i>Specialized Ground Control Comp A1</i> e <i>GT LTS</i> .	42
Figura 22 - Modelo <i>Pronflex 355</i>	42
Figura 23- Quadro Full suspension com formato aproximado do diamante.....	43
Figura 24 - Partes que compõem o quadro.....	43
Figura 25 - Tamanho de quadros de bicicletas correspondente à altura do ciclista ...	45
Figura 26 - Pedivela com coroa.....	47
Figura 27 - Pedivela sem coroa (monobloco)	47
Figura 28 - Modelo de selim para passeio.....	48
Figura 29 - Modelo de selim de uso esportivo	49
Figura 30 - Modelo de selim de performance	49
Figura 31 - Modelo de pneu Clincher	50
Figura 32 - Pneu tubular	50

Figura 33 - Pneu sólido	51
Figura 34 - Bicicleta que se transforma em mesa e cadeira.....	53
Figura 35 - Modelos de bicicletas produzidas por artesãos ingleses.....	54
Figura 36 - Modelo de bicicleta de passeio desenvolvida pela empresa Hilux.....	55
Figura 37 - Triciclos customizados para Food bike da empresa Hilux	55
Figura 38 - Detalhes de partes customizadas das bicicletas Hilux.....	56
Figura 39 - Modelos tridimensionais de triciclos da empresa Hilux.....	57
Figura 40: Bicicletas de madeira de Sueshiro Sano	58
Figura 41 - Componentes em madeira Bike Sueshiro Sano.....	59
Figura 42 - Bikes desenvolvidas pela empresa Renovo	60
Figura 43- Processo de lixamento e envernização das bicicletas Renovo	61
Figura 44 - Detalhes bicicleta Renovo Pursuit.....	62
Figura 45 - União em fibra de carbono e acabamento bike Brenvelo.....	63
Figura 46 - Bike de bambú Brenvelo finalizada.....	63
Figura 47 - Usinagem de quadro bike Brenvelo.....	64
Figura 48 - Padrão das lâminas de compensado Bike renovo.....	64
Figura 49 - bicicleta Brenvelo	65
Figura 50 - Perfil de usuários de bicicleta.....	67
Figura 51 - Perfil de usuários de bicicletas	68
Figura 52 - Comentários sobre bicicletas de materiais como madeira e bambu	69
Figura 53 - Nuvem de palavras	70
Figura 54 - Persona (Cintia)	71
Figura 55 - Persona (Bruno).....	72
Figura 56 - Medidas corporais masculinas percentil 50.....	74
Figura 57 - Zonas de pressão exercidas pelo selim.....	75
Figura 58 - Distância entre ísquios masculino e feminino	76
Figura 59 - Comparação de selins	76
Figura 60 - Ajuste de angulação de selim	77
Figura 61 - Posicionamento do ciclista nos três principais tipos de bicicletas.....	77
Figura 62 - Angulação do dorso do usuário em bicicleta urbana.....	78
Figura 63 - Impacto do ajuste do guidão na postura do ciclista	79
Figura 64 - Posicionamento dos braços em dois tipos de guidão.....	79
Figura 65 - Registro de ciclistas com pertences	82

Figura 66 - Concorrente direto I.....	84
Figura 67 - Concorrente direto II	84
Figura 68 - Concorrente direto III	85
Figura 69 - Concorrente indireto	86
Figura 70 - Modelo Woo 1 desenvolvido por Ravbar.....	87
Figura 71 - Bicicletas desenvolvidas por Igor Ravbar	87
Figura 72 - Processo de laminação de peças simples com resina poliéster.....	89
Figura 73 - Processo de laminação com necessidade de soldagem.....	89
Figura 74 - Processo de laminação com uso de vácuo	90
Figura 75 - Disposição das fibras de tecido de vidro e de CFRP	91
Figura 76 - Chapas de compensado.....	92
Figura 77 - Configuração do corpo de prova da pesquisa.....	93
Figura 78 - Empenamento das madeiras utilizadas na pesquisa	94
Figura 79 - Processo de laminação com tecido de fibra de vidro em casco de barco	94
Figura 80 - Amostras de materiais para testes.....	95
Figura 81 - Processo de composição de perfil para teste	96
Figura 82 - Pesagem das amostras de materiais	97
Figura 83 - Corpo de prova em maquinário para teste	97
Figura 84 - Resultados de testes em madeira de cerejeira.....	98
Figura 85 - Resultados de teste em material composto	98
Figura 86 - Deformidade da cerejeira após teste	99
Figura 87 - Deformidade do material composto após o teste.....	99
Figura 88 - Painel Semântico Conceito Autêntico	105
Figura 89 - Painel Semântico Conceito Resistente	105
Figura 90 - Painel Semântico Conceito Urbano	106
Figura 91 - Geração de alternativas 1 a 6.....	107
Figura 92 - Geração de alternativas 7 a 12	107
Figura 93 - Quadros modelados em SolidWorks	108
Figura 94 - Renderes das alternativas 2 e 5.....	109
Figura 95 - Renderes das alternativas 6 e 10.....	110
Figura 96- Matriz de decisão conceitos.....	111
Figura 97 - Matriz de decisão dos requisitos.....	112
Figura 98 - Somatória dos totais das Matrizes de Decisão.....	112
Figura 99 - Modelagem do quadro em Solid Works	116

Figura 100 - Modelagem 2 Solid Works	116
Figura 101 - Modelagem de componentes em solid works.....	117
Figura 102 - Modelo 3D no software 3D MAX.....	117
Figura 103 - Modelagem 3D no Software Keyshot	118
Figura 104 - Peças em software de usinagem	119
Figura 105 - Render bicicleta 1	120
Figura 106 - Render bicicleta 2	120
Figura 107 - Render bicicleta 3	121
Figura 108 - Render bicicleta 4	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Pontos positivos e negativos dos diferentes tipos de guidão.....	40
Quadro 2 - Requisitos de projeto.....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela universal de medida masculina para bicicletas	46
Tabela 2- Tabela universal de medida feminina para bicicletas	46
Tabela 3 - Pontuação para Matriz de Decisão 1	111
Tabela 4 - Pontuação para Matriz de Decisão 2.....	111
Tabela 5 - Lista de componentes para bike em escala real	114
Tabela 6 - Lista de componentes para quadro em tamanho real 2	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SSP - Secretaria de Segurança Pública do estado de São Paulo

CEBRAP - Centro Brasileiro de Análise e Planejamento

IPAQ - Questionário Internacional de Atividade Física

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS.....	Erro! Indicador não definido.
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
1.2	JUSTIFICATIVA	17
1.2.1	Os espaços Makers	18
1.3	METODOLOGIA PROJETUAL	20
2	DESENVOLVIMENTO	22
2.1	IMERSÃO	22
2.1.1	História da bicicleta	22
2.1.2	Uso da bicicleta na atualidade	26
2.1.3	Tecnologias presentes nas bicicletas	32
2.1.3.1	Análise estrutural da bicicleta	33
2.1.4	Confecção artesanal de bicicletas	52
2.2	PESQUISA DE PROFUNDIDADE	65
2.2.1	Pesquisa do público	65
2.2.2	Personas e cenário	71
2.3	Ergonomia e antropometria	72
2.4	Legislação para uso e dimensionamento de bicicletas	80
2.5	Análise sincrônica	82
2.5.1	Análise de produto similar	86
2.6	Materiais para quadro de bicicleta.....	88
2.6.1	Materiais compostos	93
2.6.2	Seleção e teste de materiais	95
2.7	Requisitos de projeto	100
3	FASE DE IDEACÃO	104

3.1	Conceitos	104
3.1.1	Painéis Visuais	104
3.1.2	Geração de alternativas	106
3.1.3	Seleção da solução	110
3.1.4	Detalhamento dos componentes	113
3.1.4.1	Materiais para confecção do quadro.....	113
3.1.4.2	Tecnologia de fabricação.....	113
3.1.4.3	Seleção das peças para confecção em escala real.....	114
3.2	Prototipação do modelo final	116
3.2.1	Modelagem 3D	116
3.2.2	Processo de usinagem.....	118
3.2.3	Render	119
3.2.4	Prototipação	122
3.3	Memorial Descritivo.....	122
3.3.1	Conceito.....	122
3.3.2	Fator de uso.....	122
3.3.3	Fator tecnológico	122
3.3.4	Fator Estético Simbólico	123
3.3.5	Fator Estrutural e Funcional	123
3.3.6	Fator Comercial e de Marketing.....	123
4.	CONCLUSÃO.....	124
5.	REFERÊNCIAS	125
	APÊNDICE A – Perguntas do questionário da pesquisa.....	130
	APÊNDICE B – Desenho técnico	130
	APÊNDICE C – Desenho técnico	133
	APÊNDICE D – Desenho técnico	134
	ANEXO A – Norma Técnica.....	135

1 INTRODUÇÃO

Há décadas a mobilidade humana tem se tornado um elemento de motivação ao desenvolvimento tecnológico. Com os avanços e as novas criações decorrentes a partir da revolução industrial, trajetos que antes demoravam dias a serem feitos a pé ou em lombos de animais passaram a ser percorridos em apenas algumas horas.

Com a criação do motor à combustão e a descoberta do petróleo como combustível em meados de 1850, os animais passaram a ser substituídos de forma gradativa (e até mesmo acelerada) por veículos a motor. Além disso, com o avanço tecnológico e a melhoria do processo produtivo, o automóvel deixou de ser um brinquedo para ricos, passando a ser um bem acessível: “o cavalo da família”, como dizia Ford (GODINHO, 2011).

Contudo, essa popularização dos novos meios de transporte levou à construção de estradas e ruas asfaltadas, influenciando a evolução das cidades e da vida moderna. Tal infraestrutura das metrópoles também afeta a vida de seus cidadãos, o que leva a considerar a mobilidade humana como um tema primordial para a promoção da qualidade de vida de cada um. É certo que, a partir dos avanços trazidos pela tecnologia, vieram mudanças importantes como os veículos elétricos, *car sharing*¹ e carros autônomos, por exemplo, todos desenvolvidos com o propósito de auxiliar no avanço desta temática. Entretanto, reverter a situação de dependência de automóveis é uma questão cultural.

O uso de meios de transportes alternativos tem se tornado uma solução eficaz para minimizar os impactos da dificuldade na mobilidade urbana. A exemplo de diversos países europeus como Holanda, Dinamarca e Alemanha, algumas empresas que promovem aluguel de bicicletas tem ganhado espaço no meio urbano do Brasil, como por exemplo: Banco Itaú, *Yellow* e *Everbike*. Além de facilitar os trâmites burocráticos para o surgimento destas empresas, o governo busca incentivar o uso de bicicletas como meio de transporte alternativo por meio da limitação de locais para o uso de carros e com construção de ciclovias e ciclofaixas.

Somado aos diversos problemas de mobilidade urbana advindos do excesso de automóveis, o fator ambiental também se torna alvo de discussão a nível micro e macro social. Segundo Trackara (2008) só os automóveis causam mais danos ambientais do que transportes aéreos e ferroviários combinados. Já os ônibus são responsáveis por 29 gramas de CO² por quilometro rodado por passageiro. Além de tais problemáticas, enormes quantidades de recursos são utilizados para fabricar os veículos, os quais são produzidos em larga escala e,

¹ *Car Sharing*. Modelo de compartilhamento de carros por meio de aluguel.

quando somados todos os processos fabris que envolvem sua confecção, geram grandes impactos (TRACKARA, 2008), o que poderia ser amenizado com a adesão da bicicleta como meio de transporte para curtas e médias distâncias.

A regra dos 40:40:20 de Lyn Sloman mostra que cerca de 40% dos trajetos atualmente percorridos de carro poderiam ser percorridos de bicicleta ou a pé ou em transporte público; outros 40% poderiam ser feitos em transporte público se a infraestrutura fosse melhorada; só 20% das jornadas de carro não poderiam ser substituídas (TRACKARA, 2008).

Em paralelo às discussões entorno dos impactos sociais e ambientais que envolvem os automóveis, novas tendências e espaços tecnológicos tem surgido como forma de agilizar e reduzir os processos fabris, produzindo em pequena escala. Com a expansão do chamado “mundo *maker*” estes espaços em formato de laboratórios têm surgido, revolucionando métodos, conceitos e procedimentos. As denominações destes espaços variam entre FabLabs, Espaços *Maker*, Espaços *Hacker*, *Idea Lab*, dentre tantos outros (Dave et al., 2015), sempre equipados com tecnologias de fabricação digital (hardware e software), com as mais diversas funções.

Estes “espaços” ou laboratórios foram desenvolvidos independentemente, mas todos têm-se mostrado com estruturas e usos similares (VAN HOLM, 2015). Podem ser caracterizados como uma comunidade onde seus membros compartilham acesso às ferramentas visando a produção de artefatos físicos (VAN HOLM, 2015).

No caso deste projeto o espaço FabLab Laboratório Pronto 3D da UFSC pode vir a ser utilizado para produzir quadros de bicicletas de forma semi artesanal por meio da fabricação digital para atender o crescimento pelo uso deste meio de transporte.

|1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Projetar um quadro de bicicleta passível de ser confeccionado por meio da tecnologia de fabricação digital.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar componentes e tecnologias presentes nas bicicletas atuais;
- Detectar tendências no processo de confecção semi artesanal de bicicletas;
- Analisar os diferentes tipos de bicicleta presentes no mercado;

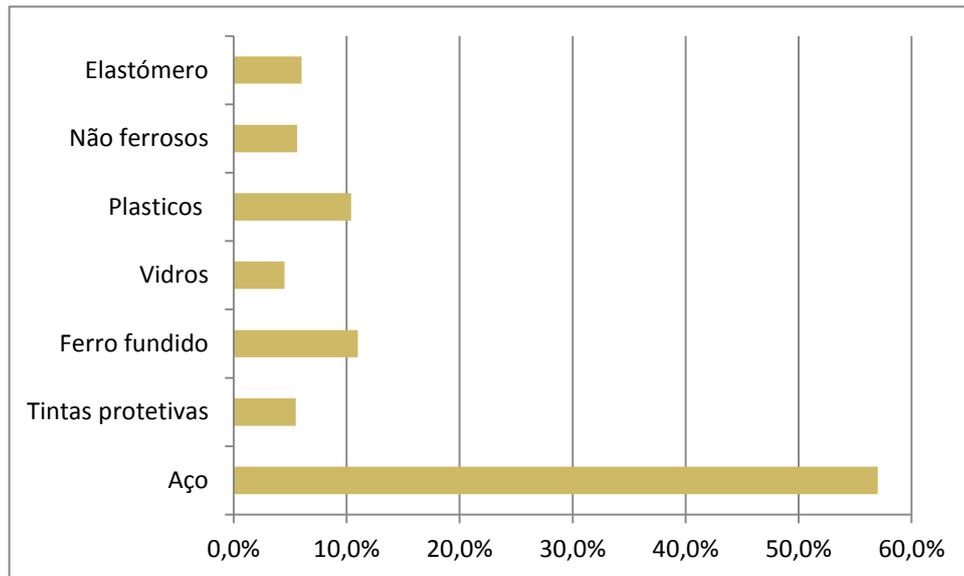
- Classificar produtos similares e concorrentes;
- Definir os requisitos de projeto;
- Estudar e testar materiais para serem utilizados no quadro;
- Definir as tecnologias de fabricação digital;
- Construir um protótipo funcional.

|1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo estudo de impacto social do uso de bicicletas em São Paulo, realizado em 2017 pelo Centro Brasileiro de Análise e Planejamento CEBRAP com patrocínio do banco Itaú, que opera um dos sistemas de aluguel de bicicletas na Capital Paulista, cerca de 38% das viagens realizadas de ônibus (aproximadamente 3 milhões de viagens por dia) poderiam ser feitas de bicicleta, bem como 43% das viagens de carro. Além disso, o estudo aponta que, em relação à emissão de CO² nos deslocamentos dos habitantes da cidade de SP, os ciclistas são responsáveis por uma diminuição de 3% do CO² emitido pelos transportes na cidade. Tendo-se uma projeção, fora estimado que as emissões de CO² poderiam ser reduzidas em até 18% se fosse utilizado o potencial “ciclável” da cidade. (CEBRAP, 2017).

Além dos impactos na emissão de gases poluentes, a utilização de recursos naturais também é um fator de grande relevância no processo de fabricação dos automóveis. Estima-se que a indústria automobilística produz aproximadamente 50 milhões de veículos novos por ano, o que geram resíduos não apenas em seu processo de fabricação, mas também durante seu procedimento de descarte (WOMACK, J.P., 2004). A dificuldade de mobilizar as montadoras a desenvolver um plano de recolhimento, reciclagem e destinação dos carros inutilizáveis se dá pelo fato da reciclagem só ser comercialmente compensadora se for feita de forma regular e em grande volume (MEDINA e GOMES, 2003). Entretanto, o custo para a realização da reciclagem dos automóveis, tanto referente aos processos quanto em manutenção de espaços e maquinário, se torna pouco atrativa economicamente às empresas pois os materiais perdem propriedades físicas durante a reciclagem, o que impede sua utilização em grande parte do automóvel que requerem maior resistência. Para sintetizar, mostra o Gráfico 1 a composição média do automóvel em termos de recuperação possível de alguns materiais usados em sua fabricação.

Gráfico 1: Composição média do automóvel no que se refere aos materiais empregados.



Fonte: Adaptado de Medina e Gomes, 2003, p.35.

Em contrapartida, além da melhoria na mobilidade e o aspecto ambiental favorável, as bicicletas geram menos resíduos em sua fabricação e em seu processo de descarte devido a sua síntese de peças e seu tamanho reduzido (quando comparadas aos carros). Entretanto, semelhantemente aos automóveis, seu processo de fabricação também se torna economicamente atrativo quando feito em larga escala. Além disso, outro fator positivo da síntese construtiva das bicicletas é a facilidade de se confeccionar, modificar e substituir peças de forma mais rápida e barata, o que pode ser facilmente associado as características intrínsecas aos equipamentos de fabricação digital.

1.2.1 Os espaços Makers

Até a metade do século XX a palavra da língua inglesa “*maker*”, do verbo “*to make*”, tinha como tradução literal “aquele que faz”, “fazedor”, “autor”. Depois que as tecnologias de fabricação digital se popularizaram e a cultura do “aprender fazendo” se espalharam por universidades e profissionais do mundo, sua tradução volta-se para “fabricante”, “criador”. (PUPO e CONSTANTINO, 2018). Nesse sentido, a cultura *maker* pode ser definida como uma filosofia na qual indivíduos criam artefatos por meio de ferramentas digitais ou físicas (PAPAVLASOPOULOU; GIANNAKOS; JACCHERI, 2017 apud ROSA, 2018). Para isso, há todo um movimento *maker* que, segundo (DOUGHERTY, 2012), reúne os praticantes deste movimento e os espaços onde estas pessoas realizam as atividades, que são, efetivamente, atividades focadas no trabalho.

Segundo aponta pesquisa realizada por Davee et al. (2015), existem mais de 45 diferentes termos de espaços que se auto intitulam espaços *maker*, com uma rica e ampla diversidade de tipos, especialidades e formatos. Entretanto, o fio condutor em comum de cada tipo de espaço tem o foco mais no “fazer” do que no “consumir” (COLEGROVE, 2013), o que vem de encontro aos discursos já apresentados que envolvem a fabricação de carros e bicicletas.

Segundo Van Holm (2015), o termo foi utilizado pela primeira vez em 2005, publicado na *MAKE Magazine*, por Dale Dougherty e hoje são comumente conhecidos por Espaços *hacker* e FabLab’s, onde seus membros compartilham ferramentas para propósitos profissionais ou hobby. Os primeiros, os espaços *hacker*, são mais focados em computadores atraindo programadores e *web designers*, embora os interesses comecem a se sobrepor com os dos FabLab’s interessados em robótica ou internet das coisas, por exemplo (COLEGROVE, 2013).

Enquanto os espaços *hacker* se concentram em software (ou não em alguns casos), os FabLabs se caracterizam por possuírem um conjunto de ferramentas para modelagem e fabricação de “quase” tudo (GERSHENFELD, 2012). Estes fazem parte de uma rede mundial de laboratórios equipados com tecnologia digital que tem como missão proporcionar o acesso a estas ferramentas, ao conhecimento e aos meios financeiros para educar, inovar e inventar. Para isso, com a chamada tecnologia de fabricação digital, os FabLabs permitem que qualquer pessoa faça (quase) qualquer coisa, criando assim oportunidades para melhorar vidas e meios de subsistência em todo o mundo.

Dentre os equipamentos de fabricação digital indispensáveis a um FabLab destacam-se 1) máquina de impressão 3D, 2) cortadora a laser e 3) fresadora CNC (*Computer Numeric Control*). Além de visarem a prototipagem rápida dos projetos desenvolvidos digitalmente, tais maquinários se destacam pela versatilidade nos inúmeros materiais que podem ser utilizados para a materialização dos elementos, que abrangem desde polímeros como PVC (policloreto de vinil), PLA (poliácido láctico) e ABS (Acrilonitrila butadieno estireno), até chapas de madeira brutas e prensadas, bem como um processo de fabricação facilmente escalonável.

Todas estas características e tecnologias pertencentes aos espaços *makers* os tornam atrativos para diversos tipos de confecções. A versatilidade dos equipamentos e a possibilidade de se construir através de técnicas digitais permitem, não só uma escalabilidade

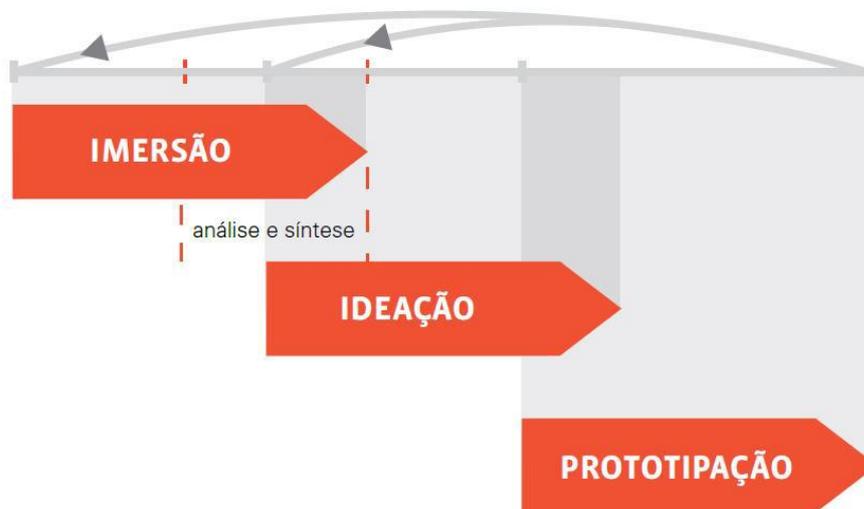
de produção, mas também proporcionam uma maior otimização de materiais bem como uma redução do tempo e de acabamentos manuais, quando comparada à fabricação artesanal.

3. METODOLOGIA PROJETUAL

Como processo projetual para este trabalho fora selecionado o Design Thinking, o qual possui uma abordagem e um desenvolvimento totalmente focado no usuário. Diferente de outras metodologias, o Design Thinking se utiliza da multidisciplinaridade e de um processo multifásico e não linear em suas etapas.

O Design Thinking pode ser resumido em três etapas fundamentais: Imersão, ideação e prototipação, como mostra a Figura 1. Apesar de serem apresentadas de forma linear, as etapas desta metodologia são muito versáteis, ou seja, tais fases podem ser moldadas e configuradas de modo que se adequem à natureza do problema em questão. (VIANNA et al. 2012)

Figura 1: Esquema demonstrativo das etapas do Design Thinking.



Fonte: VIANNA (et al. 2012)

Segundo VIANNA et al. (2012), a fase de imersão é subdividida em duas partes: Etapa Preliminar, em que se objetiva o entendimento inicial do problema, e a etapa de Profundidade, a qual visa a identificação das necessidades e oportunidades que irão nortear a geração das soluções na fase seguinte do processo. Em síntese, a etapa de Imersão Preliminar, tem como finalidade definir os limites e o escopo projetual, além de identificar os perfis de usuários e indivíduos que deverão ser abordados para levantamento de dados. Já na etapa de

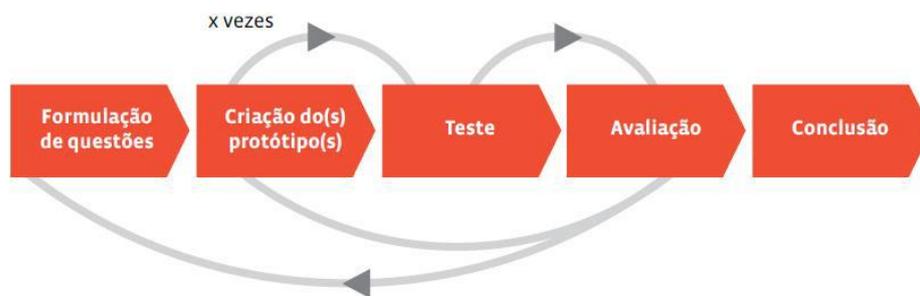
Imersão em Profundidade são estabelecidos os planos e protocolos de pesquisa, listagem de perfis de usuários e mapeamento dos contextos que serão estudados.

A partir dos dados levantados e analisados na etapa de Imersão, inicia-se a fase de Ideação, a qual tem como intuito gerar ideias inovadoras para o tema do projeto, bem como desenvolver e testar estas ideias (VIANNA et al. 2012). Geralmente esta etapa se inicia com um *Brainstorming*² entorno da temática trabalhada utilizando de ferramentas de criação. Com o escopo gerado no *Brainstorming* é criado um Cardápio de Ideias, o qual consiste em uma síntese e agrupamento das ideias geradas no projeto.

Já na Prototipação as ideias são materializadas e o protótipo desenvolvido tangibiliza o produto final do projeto, o que auxilia na validação das alternativas geradas (VIANNA et al., 2012, p 122.). Nesta fase, assim como nas anteriores, são utilizadas ferramentas que auxiliam na identificação das melhores alternativas que, por sua vez, são analisadas repetidas vezes até que se chegue a uma solução adequada aos requisitos identificados durante o processo.

Por se tratar de uma transição projetual do meio das ideias ao meio físico, a etapa de prototipação também possui um ciclo que pode ser repetido inúmeras vezes até se chegar a uma solução final. A Figura 2 representa o Ciclo da Prototipação.

Figura 2- Ciclo de Prototipação



Fonte: VIANNA (et al. 2012)

Após a validação do protótipo o projeto pode ser encerrado passando para o processo de implementação do produto. Entretanto, como já mencionado, apesar de ser apresentado de forma linear, a metodologia do Design Thinking pode ser moldada de acordo com a necessidade e problemáticas apresentadas durante as etapas de desenvolvimento. Assim sendo, a etapa de Ideação pode transpor do início ao fim, assim como, a Prototipação pode ser

² Brainstorming. Técnica de geração de ideias geralmente aplicada em grupos.

realizada ao longo de todo o projeto e a Imersão pode dar-se em ciclos (VIANNA et al., 2012). Isto torna esta metodologia versátil e aplicável a inúmeros tipos de projetos.

2 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo é tratada primeira fase do processo de projeto. A pesquisa inicial para descoberta de oportunidades e os dados sobre o mercado de bicicletas, público-alvo e definição de requisitos de projeto.

2.1 IMERSÃO

Assim como descrito, o processo do *Design Thinking* se divide em três fases: Imersão, Ideação e Prototipação. A partir desta fase se inicia a fase de Imersão, a qual é subdividida em duas etapas, as etapas de pesquisa Preliminar e de Pesquisa em Profundidade. Nesta fase serão identificadas as tecnologias presentes nas bicicletas atuais bem como as tendências no processo de confecção artesanal de bicicletas. Além disso, propõe-se uma análise a fim de identificar o uso da bicicleta na atualidade.

2.1.1 História da bicicleta

Desde o princípio do desenvolvimento humano, o homem busca meios de se locomover com mais rapidez e eficiência. A procura destes meios de locomoção envolveu e encantou diversos cientistas e inventores ao longo dos séculos. Este desejo impulsionou inúmeras tentativas de criação de veículos movidos à tração humana, o que, consequentemente, substituiria aos poucos os veículos de tração animal.

Como já historicamente conhecido, os primeiros esboços da existência da bicicleta que se aproxima do modelo atual ocorreram em projetos do renomado inventor italiano Leonardo da Vinci, por volta de 1490. Contudo, o alemão Barão Karl von Drais pode ser considerado o inventor da bicicleta, pois, em 1817 ele implementou um brinquedo que se chamava *celerífero*³, que fora previamente desenvolvido pelo Conde de Sivrac em 1780 (MANFIOLETE, 2013).

Apesar de ser uma inovação para a época, o *celerífero* não obteve grande sucesso. Sua construção era de madeira com duas rodas interligadas por uma viga e um suporte para o

³ Celerífero: derivado das palavras latinas *celer* (rápido) e *fero* (transporte)

apoio das mãos. Além disso, sua tração se dava pelos movimentos alternados dos pés em contato com o chão, algo diferente dos pedais conhecidos hoje em dia. A

Figura 3 – Celerífero de madeira datado de 1820
exemplifica a estética de um *celerífero*.

Figura 3 – Celerífero de madeira datado de 1820



Fonte: Acervo digital Deutsches Museum Verkehrszentrum Munich, Alemanha

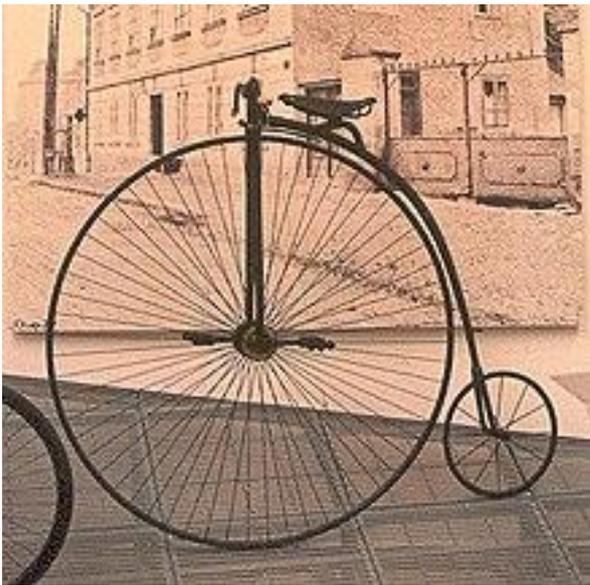
Pouco tempo depois surgiram ideias que aplicavam tecnologias que facilitaram a movimentação da ‘quase’ bicicleta. Em 1840, o ferreiro escocês Kirkpatrick Macmillan inventou o primeiro tipo de pedal, colocado junto à roda traseira por meio de um manete, compondo um sistema semelhante à de um carrinho de pedais utilizado atualmente por crianças (SIDWELLS, 2003). Apesar de ser um pequeno avanço aos olhos do homem atual, este dispositivo proporcionou à bicicleta mais estabilidade e rapidez.

Já na década de 1874, H. J. Lawson projetou a primeira bicicleta com sistema de corrente ligada às rodas, que é um dos primeiros modelos que originou o sistema utilizado atualmente (SIDWELLS, 2003). A partir deste modelo, o período de inovação entre uma ideia e outra passou a ser menor, iniciando assim um processo de criação de produtos mais rápidos e bem estruturados, o que conseqüentemente diminuía o esforço de tração do usuário.

Dentro destas inovações pode-se destacar a invenção do inglês John Kemp Starley, datada de meados de 1880. A partir de seus trabalhos com máquinas de costura, Starley decidiu repensar a bicicleta e acabou criando um modelo completamente diferente. Ele utilizou de uma construção em aço, com roda raiada, pneus em borracha maciça e um sistema de freios inovador (MANFIOLETE, 2013). Sua principal característica era a grande roda

dianteira de 50 polegadas (ou aproximadamente 125 cm) que fazia dela a máquina de propulsão humana mais rápida até então fabricada, como pode ser observada na Figura 4. Em termos técnicos, quanto maior o diâmetro da roda, maior a distância percorrida em cada giro, portanto, maior a velocidade em cada pedalada. Com isto, Starley passou a fabricar as primeiras bicicletas “customizáveis”, já que as rodas passaram a ser confeccionadas com medidas que atendiam ao comprimento da perna do ciclista (BELLOTO, 2009).

Figura 4 – Modelo de bicicleta de John Kemp Starley



Fonte: Acervo fotográfico do museu de Škoda, República Checa

Na última década do século XIX as bicicletas de roda grande passaram a declinar, dando espaço às bicicletas de segurança, que são basicamente os modelos conhecidos atualmente. A mudança de sua configuração, passando a ter duas rodas do mesmo tamanho e o ciclista pedalando entre elas, resolve definitivamente o grave problema de equilíbrio que existia nas bicicletas de roda grande. Como resultado, nessa época o mercado de peças e acessórios para bicicletas cresceu de maneira significativa.

Já em 1888, John Boyd Dunlop criou e patenteou o pneu com câmara de ar, o qual proporcionou maior segurança e conforto aos ciclistas, uma tecnologia revolucionária para a época que ainda é utilizada nos dias atuais. Tudo isto fez com que a bicicleta começasse a se tornar um modo de transporte simples, eficiente, mais seguro, confortável e mais barato que os demais veículos da época, transformando-se em um transporte de massa. Assim, a bicicleta foi levada a todas as partes do mundo com aceitação que varia de local para local, mas no geral se popularizou (BELLOTO, 2009).

De modo geral, desde sua criação a bicicleta foi visada como um potencial meio de transporte. Como aponta Tambini (2002) inúmeras modificações no design e nos materiais das bikes foram realizadas para melhorar seu desempenho e para atender aos mais novos nichos de usuários que passaram a utiliza-la ao longo do tempo. Materiais como a fibra de carbono, que atualmente tem substituído o aço em bicicletas mais leves e rápidas, já eram utilizadas na década de 1980 como pode ser observado no modelo Windcheetah Monocoque desenvolvido por Mike Burrows em 1986 (Figura 5). Contudo, devido às suas características físicas e às formas mais aerodinâmicas, que consequentemente melhoravam seu desempenho, tal modelo foi desqualificado durante 5 anos por dirigentes esportivos para corridas oficiais.

Alguns elementos importantes de design podem ser observados na síntese feita por Tambini (Figura 5), que apresenta componentes importantes ainda utilizados em bicicletas na atualidade.

Figura 5 - Destaque de bicicletas do século XX



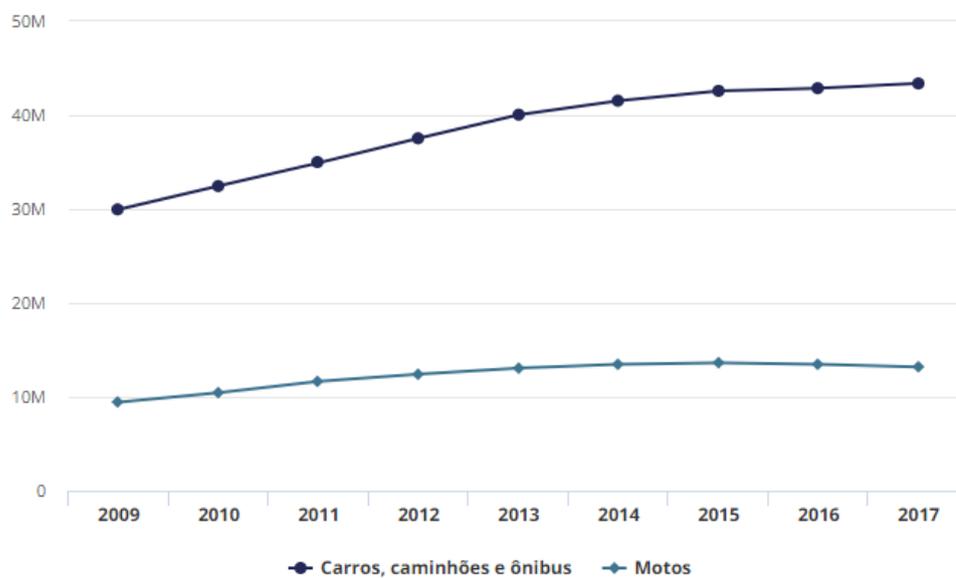
Fonte: TAMBINI (2002)

As bicicletas mostram mudanças em materiais que na atualidade são mais leves e resistentes com titânio e fibra de carbono. Algumas mostram alteração do quadro e guidão. A seguir será tratada a bicicleta na atualidade.

2.1.2 Uso da bicicleta na atualidade

É notável a quantidade de carros existentes nas metrópoles brasileiras, fato este que pode ser observado nos inúmeros congestionamentos em horários de pico, além de ser destacado em diversos estudos de mobilidade urbana. Segundo dados divulgados pela Sindipeças (Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores) em 2017, só em 2016 a frota automobilística circulando no Brasil chegou à marca de 43.371 milhões de veículos. Já o número de habitantes por veículo passou de 7,3 em 2007 para 4,8 em 2017, uma redução de 34% em 10 anos (Sindipeças, 2017).

Gráfico 2 – Evolução da frota de veículos circulante no Brasil



Fonte: Sindipeças

Diante destes dados, da evidente saturação de veículos e dos diversos problemas urbanos decorrentes do padrão de transporte adotado no país, que prioriza o uso dos automóveis, os governantes (principalmente das grandes metrópoles) estão passando a repensar, de forma gradativa, uma maneira de amenizar as inúmeras consequências da falta de mobilidade. Nesse contexto, a bicicleta se apresenta como um importante meio de reordenação e reconfiguração do espaço urbano e da lógica social (INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2010).

Mais do que uma discussão a respeito da forma de transporte em meio urbano, a mobilidade como conceito abrange mais do que o ato de se movimentar. Segundo Vasconcellos (2001), é um atributo associado às pessoas e aos bens, em decorrência de suas

condições físicas e econômicas. Uma cidade acessível permite que todas as pessoas (com ou sem problemas de mobilidade) possam compreender e alcançar suas mais diversas funções com autonomia e segurança (ROSA, 2015). Analisar a mobilidade urbana exige, portanto, ir além do planejamento de transporte e do trânsito, colocando as necessidades de deslocamentos das pessoas como ponto central, compreendendo suas diferenças e oferecendo uma diversidade de opções para sua locomoção diária.

Neste sentido, Rosa (2015) destaca o meio de transporte cicloviário como uma alternativa bastante atraente a ser inserida de forma definitiva no sistema de mobilidade das cidades, o que pode ser ainda melhor implementado quando integrado ao transporte público, sendo um elemento fundamental para o desenvolvimento sustentável das cidades. Além disso, os deslocamentos cicloviários não poluem o meio ambiente, não dependem de fontes de energia não renováveis, ajudam a promover a inclusão social e o contato das pessoas entre si e com a cidade.

A bicicleta é um modo de deslocamento individual sobre duas rodas, não motorizado, com capacidade para transportar até duas pessoas. Nos últimos anos tem ganhado *status* de meio de transporte mais saudável e ecológico, pois além de evitar os congestionamentos do trânsito, poupa espaço, exige atividade física do usuário e tem emissão zero de poluentes durante o uso. SANTOS, (2011)

Devido a essas características, há muitos trabalhando a favor do uso da bicicleta como solução para os problemas de mobilidade nas cidades, até mesmo entre políticos e órgãos públicos. Verifica-se que em países em desenvolvimento, com clima e topografia adequada, a utilização de bicicletas como meio de locomoção tem valor significativo, embora essa relação seja normalmente uma necessidade econômica, atrelada aos segmentos mais pobres da população (GRAVA, 2002).⁴

O Brasil encontra-se em quinto lugar no consumo mundial de bicicletas, com uma produção de 5 milhões de unidades como mostra a Figura 7. Sendo o terceiro maior fabricante de bicicletas é apenas o 22º no consumo per capita numa lista de 32 países liderados por Eslovênia, Dinamarca, Japão entre outros.

Figura 6 - Uso de bicicletas na Dinamarca e no Japão



⁴ GRAVA

Fonte: São Paulo (2017)

Figura 7 - Produção mundial de bicicletas



Embora o Brasil seja o terceiro maior fabricante de bicicletas do país, é apenas o 22º no consumo per capita, em uma lista de 32 países, liderado por Eslovênia, Dinamarca Japão, Holanda Finlândia e Estados Unidos.

Fonte: O globo (2018)

Mesmo que de maneira lenta e gradativa, algumas medidas estão sendo tomadas pelos governantes para incentivar e viabilizar o uso da bicicleta como meio de transporte alternativo. Entre as principais propostas apresentadas para a adoção da bicicleta como meio efetivo de transporte, destacam-se os incentivos à construção de ciclovias e a criação de sistemas de aluguel de bicicletas em diversos locais, seguindo uma tendência de cidades de várias regiões do planeta. Esse tipo de sistema avança principalmente em países europeus, na China, Estados Unidos e Austrália, estando também em expansão em outras regiões, com presença, inclusive, em diversas cidades brasileiras (FISHMAN; WASHINGTON; HAWORTH, 2013). No Brasil já está presente em cidades de todas as regiões do país, destacando-se cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Salvador, Fortaleza, Brasília e Florianópolis.

Estes sistemas são compostos por elementos tão diversos como as bicicletas, estações e elementos não tangíveis, como os que gerenciam a retirada das bicicletas. Sistemas de aluguel de bicicletas são considerados um tipo de Sistema Produto-Serviço (PSS). O termo define “uma combinação de produtos tangíveis e serviços intangíveis desenvolvidos e combinados para que juntos sejam capazes de preencher as necessidades do consumidor final” (TUKKER; TISCHNER, 2006, p. 1552). Assim, produtos tangíveis como as bicicletas e

estações se misturam a produtos intangíveis como o sistema de gerenciamento de bicicletas, para oferecer o serviço de aluguel de bicicletas como uma opção para a mobilidade urbana.

Além da escassez de bicicletários em diversas cidades, há outros dois fatores que têm incentivado a adesão dos usuários ao serviço de aluguel de bike. Segundo dados divulgados em junho de 2018 pela SSP (Secretaria de Segurança Pública do estado de São Paulo), o aumento do número de ciclistas e o alto custo das bicicletas está entre os principais fatores para o aumento de furtos e roubos. Segundo informações do site Bicicletas roubadas (2018) e da SSP, São Paulo lidera o ranking das cidades com mais roubos e furtos de ciclistas. Ela é responsável por quase 40% dessa estatística, totalizando 573 roubos registrados em 2017. Em segundo se destaca o Rio de Janeiro, seguido por Curitiba, Brasília e Belo Horizonte (PERAZOLLI, 2018). Contudo, os números podem ser ainda mais alarmantes, pois em mais de 50% dos casos não é feito o Boletim de Ocorrência. Neste sentido, levando-se em conta a variação da faixa de valor das bicicletas que, quando modificadas podem chegar ao valor de um carro popular, muitos usuários têm optado pelo serviço de aluguel de bikes, o que, além de poupar possíveis prejuízos com roubos, dispensa a busca de um bicicletários para estacionar.

Para se mensurar os dados que envolvem o aumento do uso da bicicleta, o Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEBRAP), com patrocínio do banco Itaú, que opera um dos sistemas de aluguel de bicicletas na Capital Paulista, realizou em 2017 um estudo de impacto social do uso de bicicletas no estado de São Paulo. Dentro das temáticas da pesquisa foram levantados dados como: o impacto do uso da bicicleta no meio ambiente, na saúde e na economia; perfis das viagens realizadas; disposição e motivação para adoção da bicicleta entre não ciclistas; motivos para o uso da bicicleta entre ciclistas e satisfação em relação a ciclovias, dentre outros.

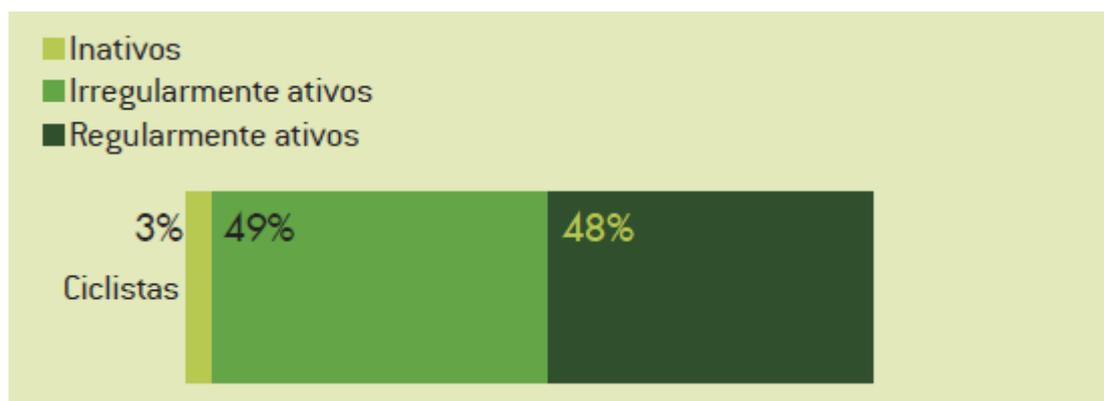
Com base nos dados levantados na pesquisa percebe-se que o aumento do uso da bicicleta não se limita apenas à praticidade e ao aumento da velocidade de locomoção. Muitos adeptos do transporte cicloviário dizem buscar na bike uma adequação a um estilo de vida mais saudável, utilizando-a como forma de exercício para melhorar o condicionamento físico já que o estilo de vida corrido da capital paulista diminui a disponibilidade de tempo para prática diária de exercícios. Para a avaliação do perfil de atividades físicas dos ciclistas de São Paulo, foi utilizado um instrumento de coleta chamado IPAQ (Questionário Internacional de Atividade Física), o qual é utilizado para captar informações a respeito das atividades físicas. O IPAQ permite classificações da população pesquisada em função do volume (tempo) e da

intensidade (força exercida) das atividades físicas realizadas (CEBRAP, 2018). Para esta análise foi utilizada uma classificação que segmenta o grupo pesquisado em:

- **Regularmente ativos:** na semana anterior à pesquisa, realizaram atividades físicas vigorosas em pelo menos 3 dias diferentes e com duração mínima de 20 minutos por dia;
- **Irregularmente ativos:** realizaram atividades físicas na semana anterior à pesquisa, mas menos do que o mínimo suficiente para serem considerados regularmente ativos;
- **Inativos:** não realizaram atividades físicas moderadas ou vigorosas na semana anterior à pesquisa.

Como pode ser observado na Figura 8, os dados obtidos apontaram que 49% dos ciclistas (aqueles que utilizam bicicleta como meio de transporte) são irregularmente ativos, ou seja, eles não praticam o mínimo de atividade necessária para entrar no grupo dos regularmente ativos, mas praticam o necessário para não serem considerados inativos, sendo o ciclismo a principal atividade física realizada por eles (CEBRAP, 2018)

Figura 8: Perfil de atividade física dos ciclistas de São Paulo

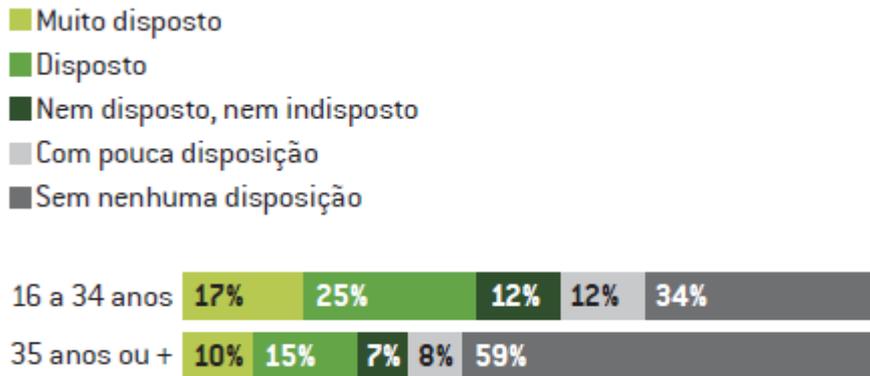


Fonte: (CEBRAP, 2018)

Outra característica percebida durante a pesquisa foi o grande número de jovens que fazem uso da bicicleta como meio de transporte. Apesar de ser conhecida como a geração da conectividade, importantes mudanças de hábitos e de valores tem atingido os jovens do Brasil. Práticas mais saudáveis e sustentáveis atingem atividades cotidianas como a alimentação, por exemplo, fato este que pode ser comprovado com o aumento de adeptos ao veganismo e ao

vegetarianismo (HERNANDO, 2018). A prática do ciclismo como hábito diário faz parte destas inúmeras mudanças, o que pode ser constatado na pesquisa em questão, a qual mostra que jovens entre 16 e 35 anos possuem maior disponibilidade para utilizar a bicicleta como meio de transporte (Figura 9).

Figura 9: Disponibilidade para utilizar a bicicleta como meio de transporte dividida por faixa etária



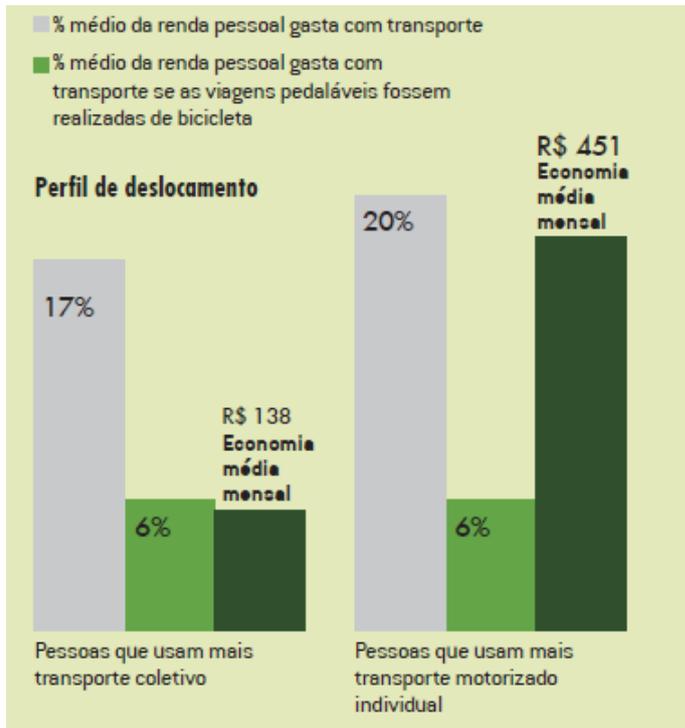
Fonte: (CEBRAP, 2018)

Dentro da pesquisa também se destaca o impacto social do uso da bicicleta na economia. Como referencial de análise, os pesquisadores utilizaram do trabalho de Haddad e Vieira (2015), no qual os autores desenvolvem um modelo no qual verificam que trabalhadores com menor tempo de deslocamento para o trabalho tendem a contribuir para o aumento da produtividade. O modelo quantifica quanto esse aumento de produtividade pode contribuir na geração de riqueza (aumento do PIB) em um período de tempo determinado. Assim, o impacto social da economia foi calculado somente para viagens nas quais a troca do transporte usual pela bicicleta geraria um tempo menor de viagem (CEBRAP, 2018).

De modo geral, observou-se que, quando somados os valores médios mensais gastos por pessoas com o uso de transporte motorizado individual e transporte coletivo, cada indivíduo poderia obter uma economia de até R\$ 451,00 se substituísse o transporte modal pelo uso da bicicleta. (

Figura 10)

Figura 10: Perfil de deslocamento



Fonte: (CEBRAP, 2018)

Esta variável financeira tem sido percebida e utilizada como elemento de incentivo à criação de novas empresas de entregas por bicicletas. Diversas instituições têm surgido neste ramo, as quais utilizam das características positivas inerentes ao uso da bicicleta somadas ao uso de aplicativos, através dos quais se pode realizar o pedido do serviço, economizando tempo e gastos com tarifas telefônicas. Levando-se em conta que a bicicleta não ocupa muito espaço público urbano, sendo o espaço útil ideal do ciclista de 1,75 m de comprimento por 1,50 m de largura (Brasil, 2007), o serviço de entrega com bicicleta se torna atrativo tanto para as empresas, pela agilidade em meio ao trânsito conturbado, quanto para quem solicita o serviço.

2.1.3 Tecnologias presentes nas bicicletas

As diversas evoluções da bicicleta ao decorrer do tempo mostram um avanço que, pouco a pouco, melhoraram seu desempenho e, conseqüentemente, diminuíram os esforços do ciclista. A segurança e a performance do equipamento se tornaram dois dos elementos primordiais para o avanço das tecnologias que podem ser encontradas hoje nas bikes.

Entretanto, na atualidade, muitos procuram novos elementos tecnológicos para a redução de peso e aumento da performance das bicicletas. Todavia, para que isto seja uma realidade é necessário um grande desenvolvimento tecnológico aplicado no segmento das

bicicletas. Segundo destaca Grossi (2013), a retirada de peso tem um elevado valor, alguns ciclistas arriscam dizer que abaixo dos 11 kg, cada quilo retirado custa pelo menos mais R\$ 1.000. Esta suposição é apenas uma referência sobre o elevado valor da tecnologia aplicada em bicicletas de competição, já que em muitos casos estes valores podem ser muito maiores do que o valor indicado.

Esta busca pela leveza do equipamento se estende além do design de novas formas e da sintetização e diminuição de algumas partes das bikes. Do carbono e ligas não ferrosas extraordinárias ao aço mais simples, novos materiais têm sido testados e estudados visando a redução do peso das bicicletas, mas ao os mesmo tempo mantendo os elementos de segurança. Contudo, este esforço é direcionado a equipamentos voltados a usos específicos como, por exemplos, competições de ciclismo; como afirma Grossi (2013), dificilmente alguém comprará uma bicicleta de 30 mil reais simplesmente para ir à padaria, ou fará as competições com uma bicicleta de aço.

Em cada uma das diversas modalidades de competição (triatlo, *downhill*, contra relógio, *cross country*, bmx, *marathon*, ciclismo de estrada de longa distância, etc.) aplica-se uma técnica específica no modo de conduzir a bicicleta e no uso dos materiais. Alguns elementos têm perfil de resistência e leveza, outros leveza e desempenho, sendo difícil unir todos os adjetivos em um único projeto (FURTADO, 2013). Em cada material há uma característica marcante que é proveitosa para um uso específico.

2.1.3.1 Análise estrutural dos componentes

A análise estrutural visa descrever as partes e componentes de um produto, de forma a identificar suas funções e características afim de direcionar a concepção do quadro a partir de tais informações. Como destaca Pazmino (2015):

Ajuda a reconhecer e compreender tipos e número de componentes, princípios de montagem, uniões, tipo de carcaça do produto. A partir desta análise pode decidir reduzir o número de componentes ou substituir os componentes e melhorar ou inovar um produto. Um produto concorrente poderá ser desmontado, ou por meio de um registro fotográfico, indicar os componentes do produto. Detalhar as partes; Compreender o que é cada parte; Compreender a necessidade de cada parte; Indicar o material de cada parte; Princípios de montagem; Tipos de uniões; Acabamentos etc. (PAZMINO, 2015)

Figura 11 a análise sintetizada dos componentes e dos materiais de uma bicicleta.

Figura 11: Análise estrutural dos componentes



Nº	Componentes	Quantidade	Material
1	Bagageiros (dianteiro e traseiro)	2	Aço carbono, acabamento pintado
2	Mecanismo de freio dianteiro	1	Acionamento por cabos de aço
3	Mecanismo de freio traseiro	1	Acionamento por cabos de aço, mais sistema de freio contra-pedal
4	Quadro tubular	1	Aço carbono, acabamento pintado
5	Pneus	2	Aro 20" e 26" borracha
6	Aro dianteiro 20"	1	Aço cromado
7	Aro traseiro 26"	1	Aço cromado
8	Paralamas	2	Aço carbono, acabamento pintado
9	Protetor de corrente	1	Aço carbono, acabamento pintado
10	Garfo	1	Aço carbono
11	Guidão	1	Aço carbono cromado
12	Pedivela 165 mm	1	Monobloco cromado
13	Pedais	2	Plástico
14	Selím largo	1	Molas e plástico
15	Canote selím	1	Alumínio
16	Cassete 19 dentes com proteção de corrente	1	Aço

Fonte: Pazmino (2015)

Em termos gerais, nas inúmeras preocupações de um fabricante se destacam tanto a precisão quanto à resistência dos materiais, o que torna necessário executar um estudo prático dos fenômenos específicos sobre os danos que invadem a vasta gama de materiais (GROSSI, 2013). Dentre os destaques negativos em componentes de grande desempenho, a fadiga é o maior e mais estudado dos fenômenos dos materiais. Ela ocorre de dentro para fora, ou seja, surge como um defeito interno derivado do uso contínuo e/ou em condições extremas.

Imagine um bloco de aço que é submetido a esforços contínuos com oscilação de carga até os limites, no centro do material surge o primeiro deslocamento de planos, ou defeito. Se fosse visível, poderia se assemelhar a um fio de cabelo ou uma “bolha” no centro do material, uma “sujeirinha”. A partir desse instante começa a contagem regressiva na cronologia do material em questão. De acordo com o uso, este material vai partir em questão de dias, meses ou anos. O processo é progressivo, e quanto maior o defeito, menos material para resistir haverá, e mais próximo do fim ele estará. (FURTADO, 2013)

Nos últimos anos novas técnicas para se amenizar o “stress” dos materiais têm sido utilizadas. Este processo para o alívio destas tensões tem sido feito através de reaquecimento em temperaturas específicas para cada material, o qual é capaz de solubilizar estas tensões e reduzir de forma significativa a durabilidade do material. Este é um processo já usado a nível industrial, que pode ser feito em larga escala e traz qualidade ao produto final.

Além dos materiais e tratamentos para se aumentar a resistência e durabilidade, outro fator tecnológico de destaque nas bicicletas é o uso das suspensões, sendo a suspensão rígida (Figura 12) presente apenas na parte dianteira, ou *Full Suspension* (Figura 13), que possui suspensão nas duas rodas. Para as bicicletas de uso cotidiano é comum a ausência de suspensões ou a presença de suspensão rígida, já que a absorção de impactos não é tão exigida no uso diário. Já as bikes com *Full suspension* são um atrativo destinado aos praticantes de *mountain bike*⁵ que direcionam maior investimento na compra de equipamentos para ciclismo.

Figura 12: Modelo de bicicleta com suspensão rígida



Fonte: catálogo de produtos Caloi

⁵ Mountain bike: prática esportiva que consiste na realização de trilhas utilizando bicicletas.

Figura 13: Bicicleta Full Suspension Scott Spark 950



Fonte: catálogo de produtos Scott Spark

O sistema de suspensão se torna um elemento importante para o uso da bike em terrenos irregulares, absorvendo grande parte dos impactos que seriam recebidos diretamente pelos membros do ciclista. Contudo, este sistema se torna pouco atrativo para bicicletas de passeio e de uso urbano, pois em geral são utilizadas sob o asfalto. Além disso, há uma diferença significativa do peso de um sistema de suspensão para um garfo rígido, podendo variar de 1kg a 1,4 kg, o que se torna mais atrativo para quem busca leveza e agilidade (CAPIVARA, 2016).

O sistema de transmissão de marchas também é um destaque no processo de avanço tecnológico das bicicletas. Em meados do fim do século XIX até início do século XX as bicicletas eram de marcha única, porém em 1902 foi lançado na Inglaterra um cubo interno com três velocidades pela Sturmey-Archer. Em uma revista da época, a *“The Cyclist”*, testes foram feitos com este novo sistema e na ocasião foi possível percorrer uma distância muito maior com esse cubo de marchas do que era possível anteriormente com uma bicicleta monomarcha. Além disso, o percurso foi feito de forma muito mais prazerosa, e já se vislumbrava que essa nova invenção poderia beneficiar não só pessoas mais velhas, mas também jovens e adultos mais atléticos. (CURY, 2014)

Entretanto, com a evolução da tecnologia dos câmbios externos nos anos 70, o cubo interno acabou perdendo seu status de sistema de transmissão mais utilizado. Os câmbios externos ganharam posição de destaque nas bicicletas pelo desempenho e também baixo custo. Hoje, porém, como destaca Cury (2014) basta um rápido passeio pelas ciclovias ou ciclofaixas do Brasil para ver uma sinfonia ruidosa de correntes caindo, marchas desreguladas e trocas de marchas mal feitas, coisas que não ocorrem quando se utiliza o câmbio interno.

Contudo, com a popularização das bicicletas urbanas pelo mundo, surgem novas demandas e novas soluções. Uma é o surgimento de bicicletas urbanas rápidas e confortáveis, que mantêm tais características através do uso dos cubos internos de marcha (

Figura 14). Hoje em dia, com este sistema já fortemente presente nas bicicletas urbanas e utilitárias na Europa e Japão, é possível utilizar variações diversas como a inserção de freio a disco hidráulico, variável de 11 velocidades e instalação de sistema eletrônico de trocas de marcha.

Figura 14: Modelo de bicicleta atual que utiliza cubo interno



Fonte: Mostuário online pedal.com

O guidão também é um componente que está diretamente relacionado ao conforto e performance do ciclista (item 11 da

Figura 11); qualquer milímetro de comprimento ou graus de inclinação a mais podem fazer a diferença no desempenho final. Dentre as variedades mais conhecidas e utilizadas, pode-se destacar 5 tipos diferentes, sendo estes: *Guidão Reto Flat*, *Guidão Riser Curvo*, *Bullhorn Bars*, *Drop Bars* e *Cruiser Bars*.

O guidão Reto Flat é basicamente uma barra direita (

Figura 15) muito popular entre os ciclistas de mountain-bike devido à sua versatilidade e design que auxilia em subidas íngremes. Por ter essa simplicidade no formato, a direção se torna mais previsível e precisa. Segundo Bogner (2018), a escolha da largura deste tipo de guidão depende tanto do tamanho do atleta como da intensidade das trilhas e obstáculos

enfrentados. Estas variáveis não se tornam um empecilho já que seu design simples permite ajustes e fabricação rápida, o que não interfere de forma excessiva no valor.

Figura 15: Guidão Reto Flat



Fonte: Divulgação Cannondale Brasil

Ao contrário do modelo Reto Flat, o guidão Riser Curvo (Figura 16) é indicado para pilotos de mountain bike extremos, pois permite uma posição mais vertical do corpo nas descidas. De modo geral o Riser Curvo é muito parecido com os guidões retos, mas costuma ser um pouco mais largos. A maioria dos ciclistas que escolhe este tipo de componente pretende enfrentar trilhas íngremes e em maior velocidade.

Figura 16: Modelo Riser Curvo



Fonte: Divulgação Cannondale Brasil

Os guidões Bullhorn Bar (Figura 17)

são essencialmente guidões retos que dão a opção de guiar a bike com a posição ainda mais abaixada, melhorando a aerodinâmica em práticas mais extremas praticadas no asfalto. São muito usados em bikes fixas, por serem considerados guidões de design mais atrativo (BOGNER, 2018).

Figura 17: Guidão Bullhorn Bar



Fonte: Divulgação Cannondale Brasil

Os guidões Drop Bars (Figura 18) são muito populares entre os praticantes do ciclismo de estrada devido a sua versatilidade (oferecem diferentes tipos de pegas) e design fluido. Os Drop Bars conseguem ser guiados com menor alavancagem, o que os torna muito precisos (BOGNER, 2018).

Figura 18: Modelo de guidão Drop Bars



Fonte: Divulgação Cannondale Brasil

Por fim, os modelos Cruiser Bars (Figura 19) é um tipo de guidão normalmente utilizado para usos esporádicos, como passeios na beira da praia ou em cicloviarias. Ele garante uma posição confortável e relaxada para pedalar sentado.

Figura 19: Modelo de guidão Cruiser Bars



Fonte: Divulgação Cannondale Brasil

Para uma melhor observação dos diferentes tipos de guidão, abaixo se encontra o (Quadro 1) que apresenta uma relação entre os pontos positivos e negativos de cada tipo de guidão.

Quadro 1: Pontos positivos e negativos dos diferentes tipos de guidão

Modelo	Prós	Contras
Reto Flat 	Versátil e simples. Melhor para espaços apertados. Mais leve e barato. Menor pressão na região lombar.	Não indicado para terrenos extremamente íngremes e trilhas Não indicado para modalidades extremas de mountain bike, como downhill e enduro.
Riser curvo 	Maior controle em descidas. Mais confortável para os punhos, pois a maior parte do peso se distribui para trás. Muitos atletas usam a curvatura para baixo para oferecer uma melhor posição para subidas, apesar de não ser tão confortável.	Mais caros e pesados do que os guidões retos. Por serem muitas vezes mais largos, podem ser difíceis de manejar em trechos estreitos. Não são adequados para subidas.
Bullhorn Bars 	Boa aerodinâmica. Muito bons para subidas.	São normalmente mais estreitos na região central, o que torna a direção mais instável devido à alta alavancagem. Não são indicados para uso cotidiano, por serem perigosos em casos de colisão com obstáculos inesperados.
Drop Bars 	Ótima aerodinâmica. Alta versatilidade. Garante boa posição para pedalar forte. Boa alavancagem aliada à boa aparência.	Não indicados para quem prefere uma prática mais "relaxada", por serem pensados para uma pedalada mais agressiva.
Cruiser Bars 	Conforto absoluto. Bons para uso de cestinha para carregar objetos.	Exige um selim mais confortável. Péssimo para subidas e descidas. Não indicado para mountain bike nem ciclismo de estrada.

Fonte: Desenvolvida pelo autor

Dentre as diversas partes que compõem a estrutura das bicicletas, o quadro (item 4 da

Figura 11) se destaca por ser o elemento que possui as maiores dimensões, além de unir todas as demais peças. No fator de design, esta parte é a que possui um maior destaque e diferenciação estética quando comparada aos demais componentes. Junto à utilização de

novos materiais e tecnologias utilizadas na fabricação do quadro, o que permite um visual diferente daquele proporcionado pelos tubos cilíndricos das bicicletas convencionais, surgiram linhas mais expressivas, atraentes e aerodinâmicas em seu desenho.

Contudo, apesar das inúmeras variações existentes no design, os formatos dos quadris ainda são desenvolvidos em cima do modelo conhecido como diamante (Figura 20), mesmo que alguns deles não lembrem em nada a pedra preciosa lapidada, o formato de dois triângulos invertidos é leve e muito resistente, fato pelo qual ele é usado até hoje por fabricantes conservadores ou modernos, e mesmo os quadros de carbono de última geração utilizam esse consagrado formato (CAPIVARA, 2015).

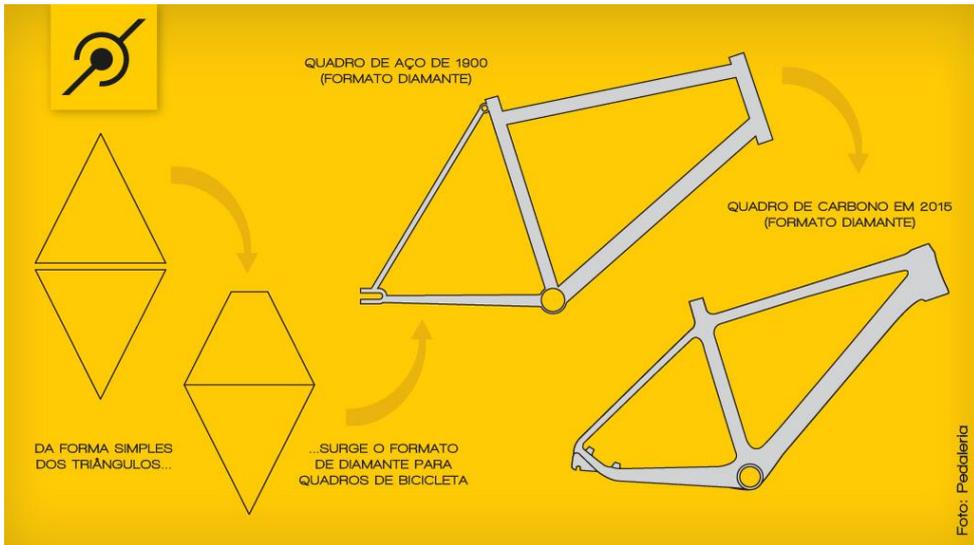
Figura 20 - Modelo diamante utilizado em aros de bicicletas



Fonte: Site Pedalaria (2015)

Com a invenção das suspensões traseiras, fabricantes ainda tentaram manter o desenho diamante, mas o modelo era limitado e os projetos eram falhos e cheios de limitações, além de ficarem pouco inovadores no quesito “formato”. Com isto, novas marcas buscaram inovar nos desenhos dos quadros para poder acomodar as novas tecnologias, surgindo modelos como a *Specialized Ground Control Comp A1* e *GT LTS*, ambas em 1996 (Figura 21).

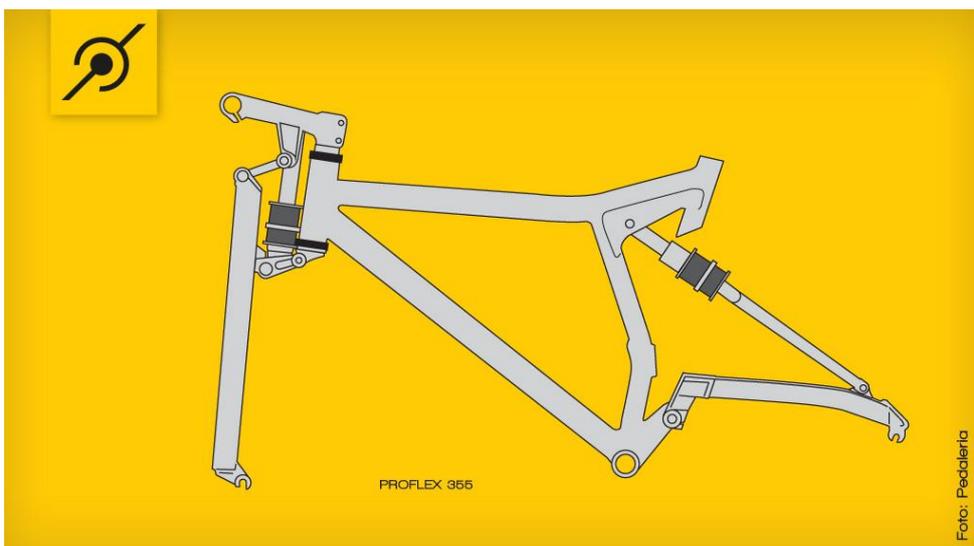
Figura 21 - Modelos de quadros *Specialized Ground Control Comp A1* e *GT LTS*



Fonte: Site Pedalaria (2015)

A americana Proflex apostou no modelo *full suspension* a base de elastômeros, polímeros de amortecimento que funcionam como batentes de curso moderado (Figura 22). O modelo 355 lançado em 1995 foi uma grande novidade, pois vinha com uma curiosa suspensão dianteira com hastes duplas e rígidas, que acionavam o bloco amortecedor em um sistema de paralelogramo. A marca lançou mais alguns modelos nesse conceito, substituindo os elastômeros por molas helicoidais e cartuchos de amortecimento pressurizados (CAPIVARA, 2015)

Figura 22 - Modelo Proflex 355



Fonte: Site Pedalaria (2015)

Atualmente algumas marcas têm trabalhado com formatos aproximado de diamante também para os modelos com suspensão nas duas rodas, adotando desenhos com amortecedor traseiro deitado e posicionado embaixo do tubo superior do triângulo dianteiro, o que simplifica a construção e deixa a bicicleta funcional e com aspecto mais limpo, além do menor peso e complexidade (Figura 23).

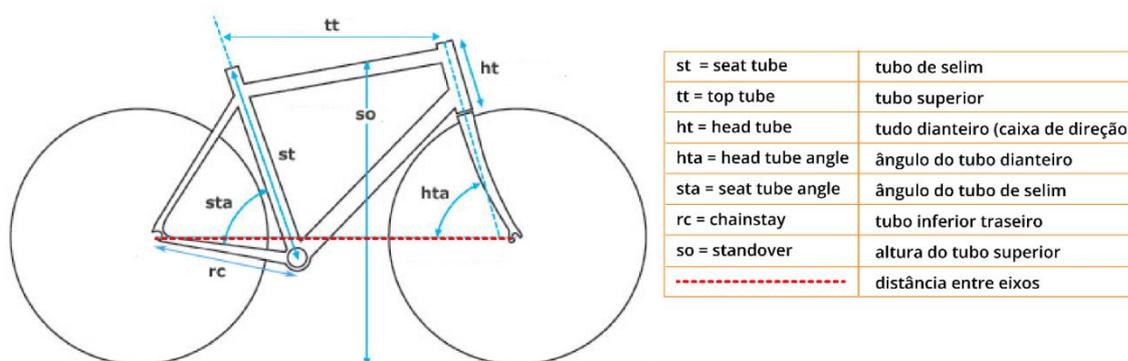
Figura 23- Quadro Full suspension com formato aproximado do diamante



Fonte Site Pedalaria (2015)

Contudo, mesmo havendo diferenças de certos elementos e variação estéticas, as partes que compõem o quadro das bicicletas se mantêm as mesmas. Além disso, há certos padrões na disposição de tais elementos bem como em determinadas dimensões e angulações, as quais foram estudadas e determinadas ao longo de décadas de fabricação, visando uma maior estabilidade e conforto do ciclista. Na Figura 24 é possível observar as diferentes partes que compõem o quadro das bicicletas.

Figura 24 - Partes que compõem o quadro



Fonte: Site escoladebicicleta.com

St = seat tube (tubo de selim): é a maneira mais comum hoje de definir o tamanho de um quadro. É a medida que vai do centro do movimento central (parte onde se localiza as engrenagens) até o topo do tubo do selim. Alguns fabricantes preferem a medição até o centro do parafuso da braçadeira de selim. No ciclismo de estrada é medido em centímetros e no MTB em polegadas. (MIYAMURA, 2008).

Tt = top tube (tubo superior): é a medida mais importante na hora de se escolher um quadro, pois vai definir a sua posição de pilotagem (MIYAMURA, 2008). É medido do centro da caixa de direção (ht) em seu topo, seguindo uma linha imaginária paralela ao solo até o tubo do selim (st).

Ht = head tube (tubo dianteiro/caixa de direção): Medida do comprimento do tubo dianteiro do quadro, tomada do início ao final do tubo. Esta medida é importante para definir o posicionamento do ciclista. Quanto mais alto, mais relaxado o usuário vai ficar e, portanto, mais confortável; quanto mais baixa mais agressiva será a posição, mas poderá ser mais desconfortável (MIYAMURA, 2008).

hta = head tube angle (ângulo do tubo dianteiro): a medida do ângulo do tubo dianteiro varia entre 67° a 78° e influencia diretamente na capacidade de resposta da bike pois, quanto maior o ângulo mais rápido a bike vai responder (como em curvas fechadas), mas mais instável será também. Quanto menos, mais estável, mas também mais lenta a resposta (MIYAMURA, 2008).

sta = seat tube angle (ângulo do tubo de selim): o ângulo do tubo de selim varia entre 69° e 75° , mas há casos extremos. É uma medida muito importante pois define a posição de pedalada do ciclista quando sentado (MIYAMURA, 2008). Um ângulo errado, um selim mais para frente ou mais para trás do que deveria, pode trazer sérias lesões, principalmente no joelho do ciclista, pois as variações do ângulo do tubo de selim servem afetam diretamente a postura e o conjunto muscular que o ciclista usará pedalando (ESCOLADEBICICLETA.COM).

rc = chainstay (tubo inferior traseiro): Esta é a medida na qual se considera uma linha reta paralela ao solo entre o centro do movimento central (onde se localiza as engrenagens) até o centro da roda traseira. Quanto mais curta, melhor a qualidade de aceleração, devido a menor torção, também melhor a tração (devido ao fato do peso do ciclista ficar mais em cima da roda), tornando-a também mais lenta e menos confortável (menor torção dos *chainstays* = menor capacidade de dissipação de vibrações). Em contrapartida, quanto maior o tubo inferior traseiro, maior a "torção" da traseira da bicicleta, o

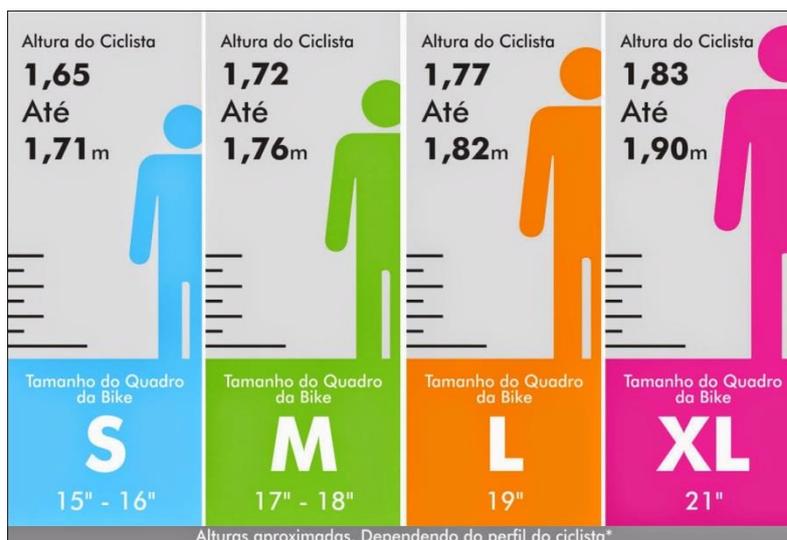
que proporciona mais conforto no pedalar devido à absorção de impactos na traseira (MIYAMURA, 2008).

so = standover (altura do tubo superior): Medida do chão até o ponto do tubo superior onde o ciclista, com os pés no chão, mantém a bicicleta entre as pernas. Esta medida deve ser sempre inferior à medida do "cavalo" do ciclista para evitar desconforto e acidentes. Deve haver uma folga de 2 a 8 cm entre o cavalo do ciclista e o tubo superior nas bicicletas de corrida (speed). Já nas bicicletas híbridas e estradeiras essa folga pode estar mais próxima dos 2 cm e nas Mountain Bikes a folga deve ser próxima a 8 cm ou mais, dependendo da modalidade do esporte (ESCOLADEBICICLETA.COM).

Os quadros seguem uma proporção guiada pelo tamanho do tubo de selim (*seat tube*) e quanto mais elevado, mais longo será o top tube (tubo superior do quadro), e como consequência, mais alta será a frente da bike (*head tube*), tubo dianteiro do quadro onde está instalado o garfo (CAPIVARA, 2014)

Apesar dos diversos formatos e design diferenciado, os tamanhos dos quadros possuem medidas padrões identificadas pelas letras S, M, L e XL, as quais correspondem à faixas de alturas dos ciclistas bicicletas (Figura 25). Além desta identificação, muitas bicicletas vendidas no Brasil são identificadas por P, M, G e XG podendo-se encontrar em algumas lojas o tamanho XXG e XXXGG.

Figura 25 - Tamanho de quadros de bicicletas correspondente à altura do ciclista



Fonte: Pedalafioripa (2019)

Para contemplar os modelos de *bike Speed* (utilizada em ciclismo de estrada) e também diferenciar entre masculino e feminino, uma tabela universal de medidas também pode ser utilizada como parâmetro para a escolha do tamanho adequado (Tabela 1 e Tabela 2)

Tabela 1 - Tabela universal de medida masculina para bicicletas

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 +	58cm ou +	63cm ou +

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

Fonte: pedalaria.com

Tabela 2- Tabela universal de medida feminina para bicicletas

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.

Fonte: Pedalaria.com

Estas dimensões são baseadas em adaptações ergonômicas para um uso mais confortável e adequado. Contudo, a escolha do tamanho do quadro da bicicleta, bem como das demais partes do equipamento, se dá pela adaptação do usuário e pelo seu uso.

Além do quadro, outro componente variável a ser analisado nas bicicletas é o pedivela (item 12 da

Figura 11). Em síntese, o pedivela é um par de “braços” que, girando as engrenagens da bicicleta, transferem força das pernas do ciclista para a transmissão. Atualmente existem dois tipos de pedivela: a que já vem acompanhada de coroa⁶ (Figura 26), e a que não

⁶ Coroa: Engrenagem instalada junto ao pedivela. Pode estar sozinha ou com outras coroas de tamanhos diferentes.

acompanha coroa (Figura 27), denominado monobloco. São vários tamanhos, marcas e materiais.

Figura 26 - Pedivela com coroa



Fonte Site Pedalaria (2015)

Figura 27 - Pedivela sem coroa (monobloco)



Fonte Site Pedalaria (2015)

No início, nas primeiras bicicletas, os pedivelas eram ligados pelo eixo da roda dianteira, limitando a velocidade ao tamanho da roda, por isso as Kemp Starley (Figura 4) eram tão grandes. Com a invenção da catraca e corrente, as bicicletas puderam evoluir e as pedivelas passaram a ser instaladas na parte central do quadro, permitindo várias combinações, mais conforto e velocidade (CAPIVARA, 2015).

Inicialmente, estas peças eram rudimentares, limitando-se a um braço de ferro fixado ao eixo central através de pequenos pinos prensados em um corte no eixo. Conforme a evolução da bicicleta, novas soluções foram surgindo e os pedivelas em monobloco fizeram muito sucesso com os modelos de passeio, Cruiser e em bicicletas de manobras (BMX) já em Cromo-Molibdênio⁷.

Estruturalmente, os pedivelas monobloco são o único modelo a utilizar os eixos dos pedais mais finos, na medida de 1/2 polegada, todos os demais tipos utilizam eixos de conexão mais grossos, na medida 9/16 polegadas. Atualmente, apesar do preço baixo, apenas

⁷ Cromo-molibdênio: um tipo de liga de aço mais leve e resistente

as bicicletas infantis e os modelos populares utilizam as pedivelas monobloco devido ao fato de serem pesados e por darem muita manutenção.

Apesar de não possuir grandes variações quanto ao design, o selim possui dimensionamentos diferentes e alguns detalhes que os direcionam a um uso mais adequado. Resumidamente, os selins podem ser divididos em três tipos: selim de passeio, de uso esportivo e de performance (VOLPÃO, 2015).

Um selim pode ser muito desconfortável se suas medidas não correspondem a distância entre os ísquios, ossos que constituem a zona inferior da pélvis (quadril) e que apoia o corpo quando estamos sentados. Esses ossos concentram muita força em pequenos pontos de apoio, já que o selim apoia apenas uma pequena área se comparado ao apoio que uma cadeira oferece (CAPIVARA, 2015).

As diferenças físicas entre cada indivíduo exigem diferentes selins, pois o peso e a largura de quadril variam muito, além do fato da anatomia ser diferente entre homens e mulheres, pois no caso das mulheres, a distância entre os ísquios é maior que a dos homens por razões relacionadas à gestação e ao parto, e para os homens, o períneo é o ponto-chave, ele é mais saliente, seguindo a linha do pênis, e um selim sem a cavidade central pode ser desconfortável dependendo das condições ou duração das pedaladas. Neste sentido, dentro dos três tipos básicos de selins podem ser encontrados modelos para mulheres e para homens, o que deve ser observado com atenção ao realizar a compra, independente da periodicidade e direcionamento de uso (CAPIVARA, 2015).

Selim de passeio (Figura 28): É um selim voltado para uso cotidiano ou em cicloturismo. Caracteriza-se por ser mais largo na parte traseira, geralmente feitos com materiais como gel ou espuma. Por ter enfoque no conforto, muitas vezes os modelos de selim de passeio são mais pesados devido à quantidade e densidade dos materiais utilizados em sua confecção. Seu valor pode variar de R\$ 50,00 a R\$ 200,00 dependendo do material (VOLPÃO, 2015).

Figura 28 - Modelo de selim para passeio



Fonte: mostruário de produtos Avenue

Selim Esportivo (Figura 29): Voltado para práticas esportivas nas quais as pedaladas são mais longas. Geralmente possui uma abertura maior no vão central nos modelos masculinos, o que aumenta o alívio e o conforto na região do períneo possibilitando o deslocamento em maiores distâncias. Também possui uma faixa de preço entre R\$ 50,00 e R\$ 200,00 (VOLPÃO, 2015).

Figura 29 - Modelo de selim de uso esportivo



Fonte: mostruário online Calypso

Selim de performance (Figura 30): Seguindo a tendência das demais peças de uma bike para competição, este tipo de selim é geralmente mais leve, mais estreito e com pouco estofamento, o que não restringe tanto os movimentos do atleta e auxilia no aumento da performance. Em sua construção são utilizados materiais mais nobres como titânio, cromo molibdênio e carbono, o que contribui para a diminuição do peso sem perder no fator resistência. Diferentemente dos outros tipos de selim, este modelo pode variar entre R\$ 150,00 a R\$ 700,00 dependendo do material utilizado. (VOLPÃO, 2015).

Figura 30 - Modelo de selim de performance

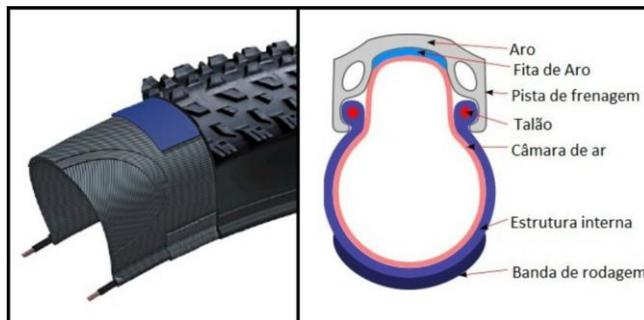


Fonte: Mostruário online bikepointsc

As rodas também são componentes que possuem indicações para determinadas práticas ou terrenos, podendo ser divididos em clincher, tubular ou sólido (PEDAL.COM, 2017).

O clincher é, certamente, o tipo mais comum da atualidade Figura 31 Este tipo de pneu conta com um desenho especial e talões de aço ou kevlar para encaixarem-se por dentro de um aro que também contam com uma ranhura para esta função.

Figura 31 - Modelo de pneu Clincher

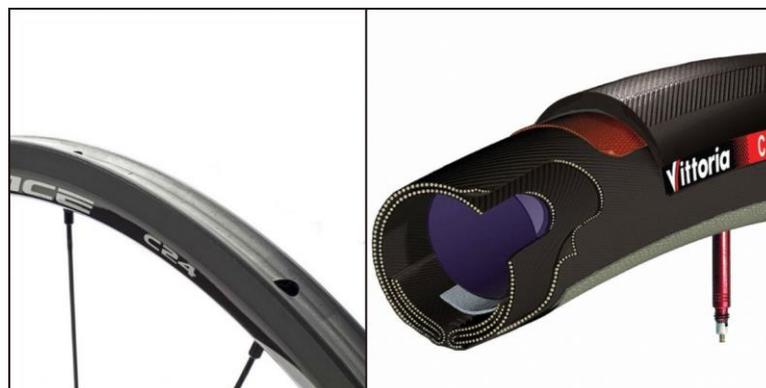


Fonte: Pedal.com

Embora a maioria utilize câmaras internas de ar, alguns clinchers apostam em um desenho similar ao encontrado em carros para funcionar sem a câmara. Conhecidos como tubeless, este tipo de pneu é menos propenso a furos, pode ser utilizado com menos pressão e, muitas vezes, possuem menor resistência a rolagem, "segurando" menos o movimento da bicicleta.

O pneu tubular muitas vezes é encontrado em bicicletas de estrada de competição. Nele, o pneu e a câmara são uma coisa só, semelhante a um tubo e, diferente dos clinchers, o conjunto não se encaixa no aro, dependendo de uma cola especial para ficar no lugar.

Figura 32 - Pneu tubular



Fonte: Shimano / Vittoria

Em caso de furo, é preciso retirar a câmara de dentro do pneu e remenda-la, costurando o pneu de volta depois de terminar. A grande vantagem deste tipo de pneu é a construção simples do aro, que permite reduzir bastante seu peso, e o conforto proporcionado pelo desenho em tubo. Além disso, graças ao encaixe perfeitamente redondo no aro, o tubular é mais flexível, podem ser usados com pressões maiores mantendo o conforto e a aderência. (PEDAL.COM, 2017)

A ideia de criar um pneu sólido que nunca fura não é nem um pouco nova. Na verdade, os primeiros pneus do mundo eram sólidos, mas acabaram superados pelos modelos infláveis graças às enormes vantagens de peso e conforto criados por um "colchão de ar" nas rodas.

Figura 33 - Pneu sólido



Fonte: Tannus

Normalmente, pneus sólidos costumam ser pesados, duros e com maior resistência ao movimento, roubando assim muita energia do ciclista. Por serem feitos de borracha dura ou poliuretano, eles podem ter sérios problemas de aderência. Outra dificuldade deste tipo de pneu é que eles exigem uma montagem extremamente apertada, o que torna sua instalação bastante difícil.

Após a descrição dos elementos básicos da bicicleta o item a seguir trata da confecção artesanal de bicicletas de forma a entender como são confeccionados os quadros, os materiais e os meios artesanais⁸ ou semi-artesanais que são empregados em sua fabricação.

⁸ Artesanal: Que é feito sem recurso ou meios sofisticados ou técnicas elaboradas ou industriais. Semi-Artesanal: Que não é totalmente artesanal. E utiliza técnicas e maquinários.

2.1.4 Confecção artesanal de bicicletas

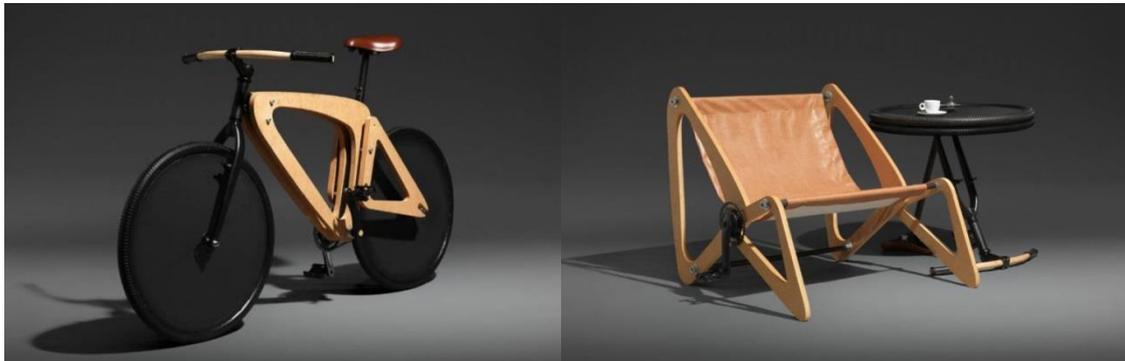
Como já apontado, há diversas discussões a respeito da mobilidade urbana e do incentivo do uso da bicicleta como forma de amenizar (ou solucionar) este e outros problemas. Segundo dados levantados pelo site bikepedal.com, existem cerca de 333 marcas registradas que trabalham com fabricação de bicicletas. Deste total, apenas 3 delas são de origem brasileira, sendo estas: Sundown, Caloi e Monark. Com esta limitação de fabricantes nacionais, a aquisição dos equipamentos se torna pouco atrativo aos usuários quando analisados o valor para a compra de um equipamento de maior qualidade e conforto.

Segundo estudo elaborado em 2013 pela Tendências Consultoria para a Associação Brasileira do Setor de Bicicletas (Aliança Bike) divulgado pelo site O Globo, o imposto que incide sobre as bicicletas no país é de 40,5% em média, contra 32% dos tributos no preço final dos carros, de acordo com levantamento da Consultoria IHS Automotive no Brasil. A falta de incentivo fica claro na comparação do IPI: a alíquota do tributo federal é de 3,5% para carros populares, contra 10% para as bicicletas produzidas fora da Zona Franca de Manaus (ZFM, onde há isenção, mas que produz apenas 21% do total do país).

Segundo o estudo, em média, uma bicicleta que sai de uma fábrica brasileira tem seu preço elevado em 68,2% devido aos impostos, levando em conta a mistura de produção do Brasil, uma vez que a produção de Manaus, 21% do total, tem menos impostos. Levando em conta apenas o preço de uma bicicleta fabricada no resto do país, os tributos elevam em 80,3% seu preço, ou seja, nestes casos, uma parcela de 44,5% do preço final das bikes é tributos. (OGLOBO, 2013). Apesar deste levantamento de dados ser datado de 2013, esta alta carga tributária sobre as bikes ainda é uma realidade. Na época, a pesquisa ainda apontou que uma bicicleta comum, aro 26 e 21 marchas, vendida em média a R\$ 400 no Brasil, era cerca de 54% mais cara que uma similar nos Estados Unidos, onde saía por R\$ 259.

Para chamar a atenção ao alto valor dos impostos, a agência Publicitária Talent Marcel, localizada na cidade de São Paulo, com apoio da revista *Bicycling* e design de Cardoso Cycles, desenvolveram uma bicicleta que se transforma em uma poltrona e mesa (Figura 34). O protótipo, que não será comercializado, tem como principal função conscientizar sobre os impostos excessivos pagos sobre as bikes, dando ao consumidor a opção de escolher como deseja a montagem do objeto: uma cadeira, pagando 12% de imposto, ou uma bicicleta na qual poderia pagar até 70% de tributos.

Figura 34 - Bicicleta que se transforma em mesa e cadeira



Fonte: Portfólio Talent Marcel

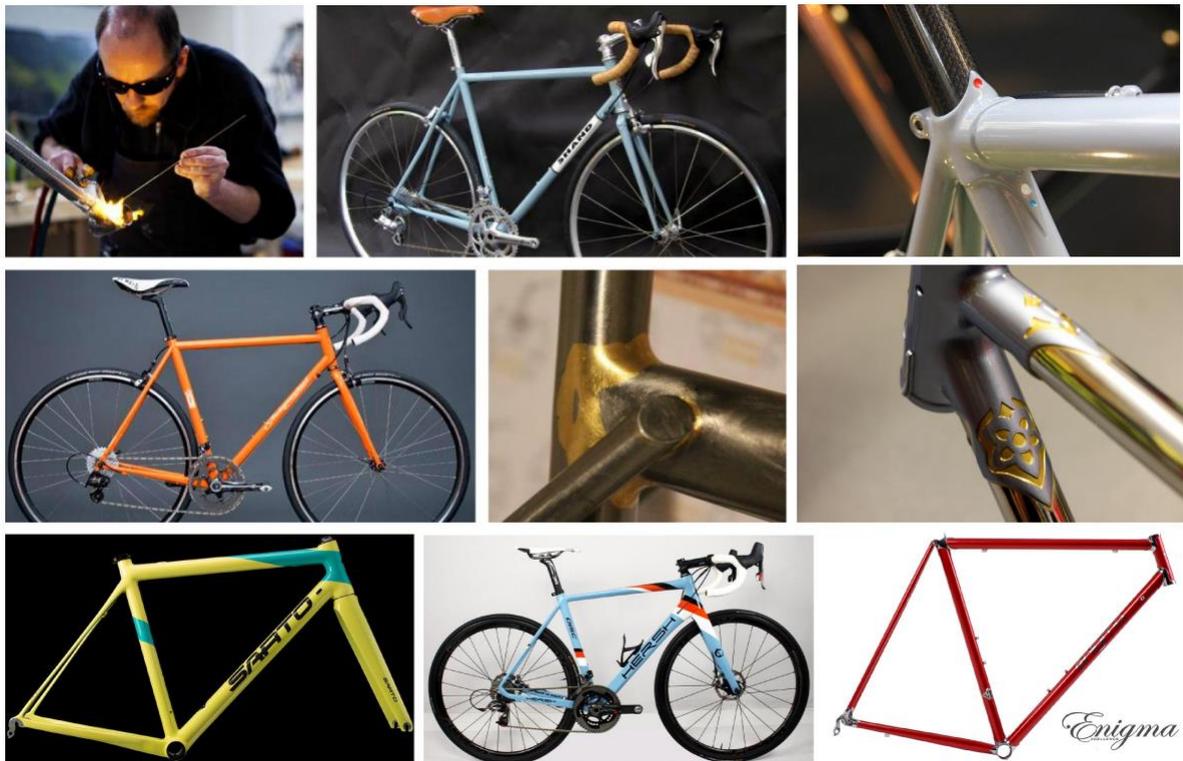
Com os altos tributos interferindo diretamente nos valores das bicicletas, a aquisição de bicicletas semi-artesaniais pode ser uma das saídas para os usuários que buscam um equipamento com qualidade e menor preço. Este movimento de busca de bikes personalizadas ainda é pequeno no Brasil devido ao receio dos consumidores para com aquilo que “não tem marca”. Contudo como aponta Arthur (2019), nos últimos anos tem havido um dramático ressurgimento do número de construtores personalizados no Reino Unido e em outros países da União Europeia e, embora a maioria ainda trabalhe em aço, também há construtores artesanais que trabalham com titânio, alumínio e carbono. Com tal movimento crescente em países europeus, torna-se previsível um aumento da demanda deste tipo de serviço no país devido à forte predisposição do Brasil de seguir tendências estrangeiras, como é o caso das bicicletas de aluguel.

Devido à padronização das medidas de peças como selim, aros, pneus e guidão, o que torna economicamente mais viável a compra de tais partes prontas do que a confecção de forma artesanal, muitos *framebuilders*⁹ trabalham com enfoque na construção dos quadros das bicicletas (Figura 35). Em um contexto fora da realidade brasileira, Arthur (2019) mostra que nos últimos 5 anos tem havido um notável aumento de jovens interessados pelas técnicas de soldagem “revivendo a arte quase perdida de construção de quadros”. Além disso, o autor destaca a experiência proporcionada ao usuário através do envolvimento durante o processo de fabricação:

⁹ Framebuilders: Nome dado aos profissionais que constroem bicicletas com as próprias mãos

Um quadro feito à mão personalizado é uma coisa de beleza personalizada: construído sob encomenda e com suas especificações exatas, e feito um de cada vez. Qualquer que seja o material, geralmente é um processo lento, com o trabalho meticuloso significando que alguns construtores de quadros produzem apenas algumas dúzias de quadros por ano. Você tem um diálogo com o construtor de quadros desde a concepção até a conclusão, e você pode ter uma opinião a cada minuto. Se tudo correr bem, através de sua experiência, você pode ter um quadro tão puramente pessoal para você que é a sua moto perfeita. (ARTHUR, 2019).

Figura 35 - Quadro contendo modelos de bicicletas produzidas por artesãos ingleses



Fonte: Acervo Digital Farrelly Atkinson (F-At) Limited.

No mercado de bicicletas artesanais brasileiros pode-se destacar Alexandre Haidu, dono de empresa Hailux Bikes feitas à mão. O empresário, juntamente com sua esposa Tatiana Haidu, montou uma fábrica de bicicletas artesanais em 2009 e desde então tem sido evidenciado em canais do Youtube que falam sobre bicicleta e em programas de TV como “Pequenas empresas, grandes negócios”, da rede Globo. Alexandre criou um design único para as bikes (Figura 36), baseado em linhas de carros e motos das décadas de 30, 40 e 50 e dentro deste estilo o cliente pode customizar cores, dimensões e aplicação de materiais em alguns detalhes. Além das bikes para passeio, que custam a partir de R\$ 2.500,00, a empresa também faz triciclos com baú para carga, que são modelos customizados para os *food bikes*,

usados para vender lanches na rua, os quais custam a partir de R\$ 6.000,00 (Figura 37). Quanto aos materiais, a empresa se limita ao uso de aço e madeira, o que torna mais fácil e barato o manuseio. (GLOBO.COM, 2015)

Figura 36 - Modelo de bicicleta de passeio desenvolvida artesanalmente pela empresa Hilux



Fonte: Facebook Hilux bicicletas artesanais

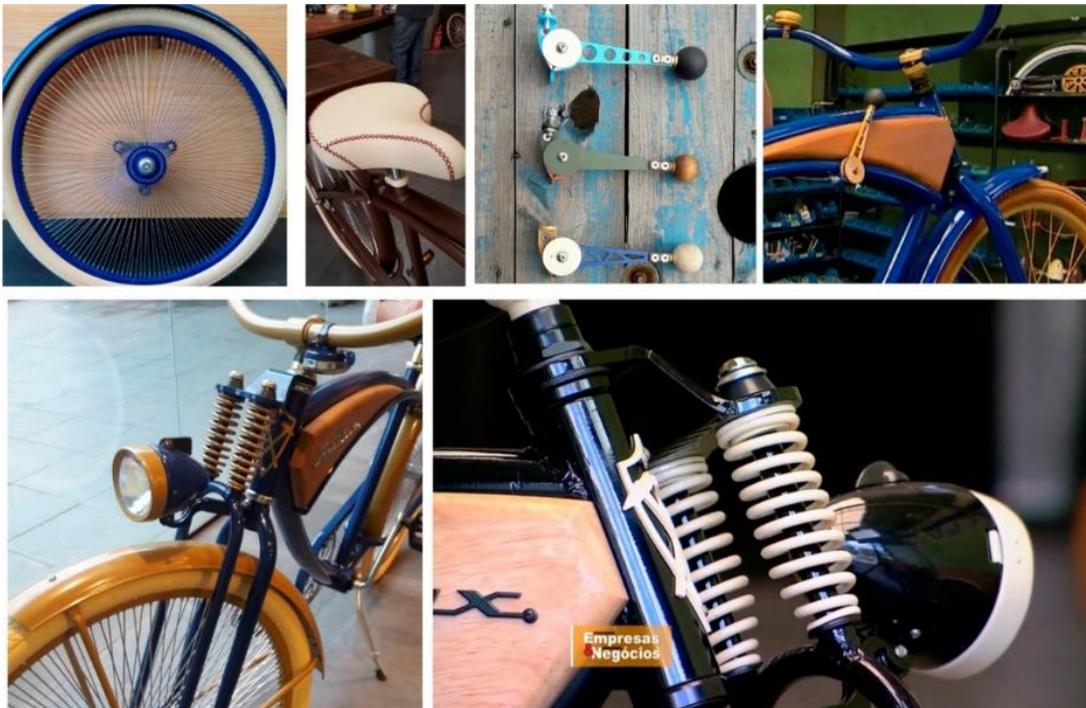
Figura 37 - Triciclos customizados para Food bike da empresa Hilux



Fonte: Facebook Hilux bicicletas artesanais

Diferente de alguns artesãos internacionais, que muitas vezes fazem as variações apenas no desenho do quadro, as bicicletas Hilux são totalmente customizadas. Dentre as modificações feitas por Alexandre que podem ser customizadas pelos clientes se destacam: o design do sistema de troca de marcha, que se assemelha a um câmbio de carro; o guidão mais elevado; pneus com bandas largas e faixas brancas; bancos de couro; instalação de faróis anos 30; suspensões personalizadas; desenhos diferenciados nas coroas e rodas com até 140 aros (Figura 38).

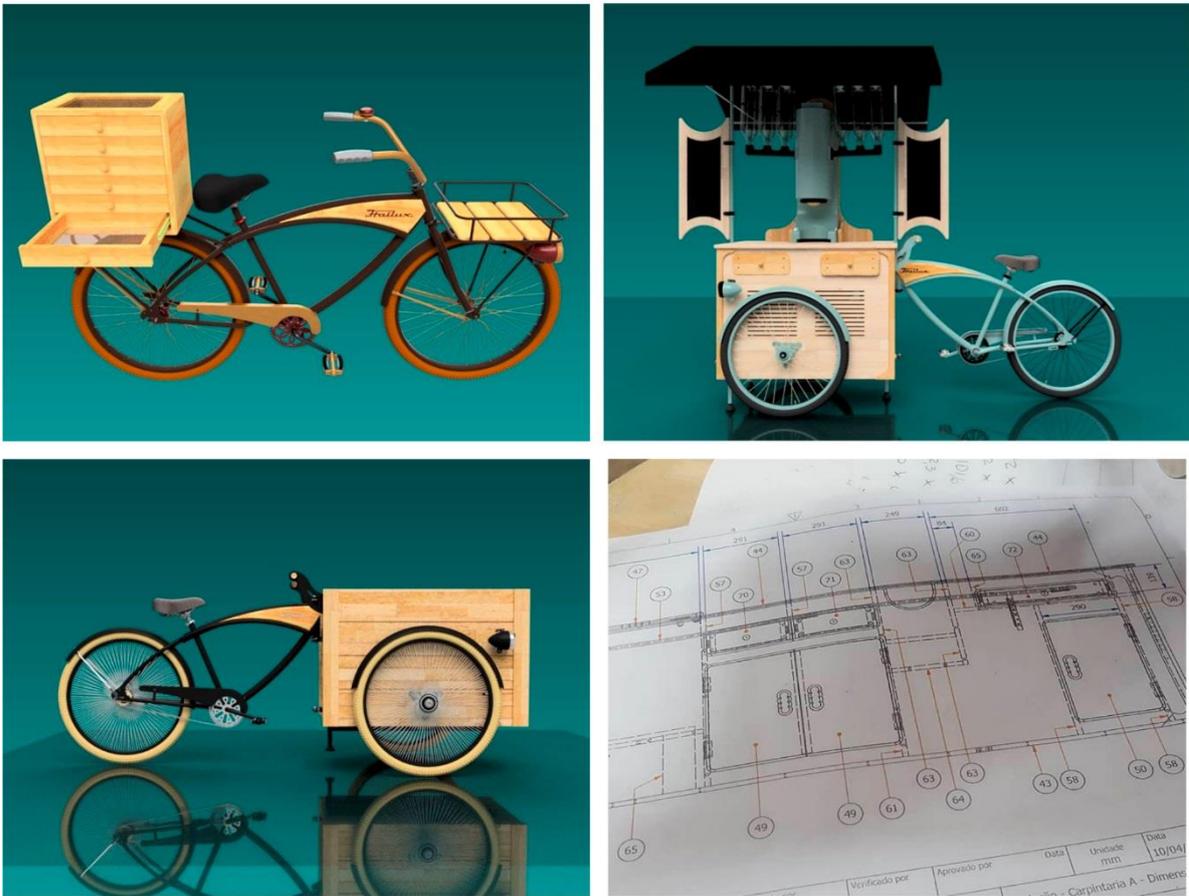
Figura 38 - Detalhes de partes customizadas das bicicletas Hilux



Fonte: Facebook Hilux bicicletas artesanais

Apesar da natureza da empresa e da confecção das bikes ser voltada à métodos artesanais, os modelos não saem diretamente do papel para a confecção. Alexandre desenvolve os projetos e os customiza dentro de softwares de modelagem 3D e, a partir disso, ele extrai com exatidão as medidas para então fabricar as bicicletas, auxilia na otimização de tempo, materiais e previne possíveis erros de confecção (Figura 39).

Figura 39 - Modelos tridimensionais de triciclos da empresa Hilux



Fonte: Facebook Hilux bicicletas artesanais

Além de bicicletas feitas de aço, alumínio e carbono, há profissionais que utilizam a madeira como principal matéria prima em suas confecções, podendo-se destacar Sueshiro Sano, um artesão japonês que trabalha com bikes de madeira desde 2007. Em seus trabalhos, Sueshiro utiliza apenas o mogno, uma espécie originária do Brasil que já corre risco de extinção, porém o artesão relata que já não importa mais madeira brasileira e que, quando acabar a matéria prima, terá que deixar de confeccionar as bikes. (G1, 2014).

As bicicletas confeccionadas por Sueshiro são feitas totalmente de madeira e já passaram por diversas modificações até chegar ao design que possui atualmente. Além da beleza estética obtida através das formas, do material e do acabamento envernizado (Figura 40) outro fator de destaque das bikes desenvolvidas pelo artesão é a leveza, possuindo em média 7,5 kg, peso menor do que de muitas bicicletas de competição de alta performance. Para alcançar este resultado, a bicicleta é feita totalmente de madeira (quadro, aros, selim e

guidão) utilizando-se de inúmeras técnicas que vão desde desbaste de uma peça bruta de madeira há empilhamento de camadas (

Figura 41).

Figura 40: Bicicletas de madeira de Sueshiro Sano



Fonte: bikerumor.com

Figura 41 - Componentes em madeira Bike Sueshiro Sano



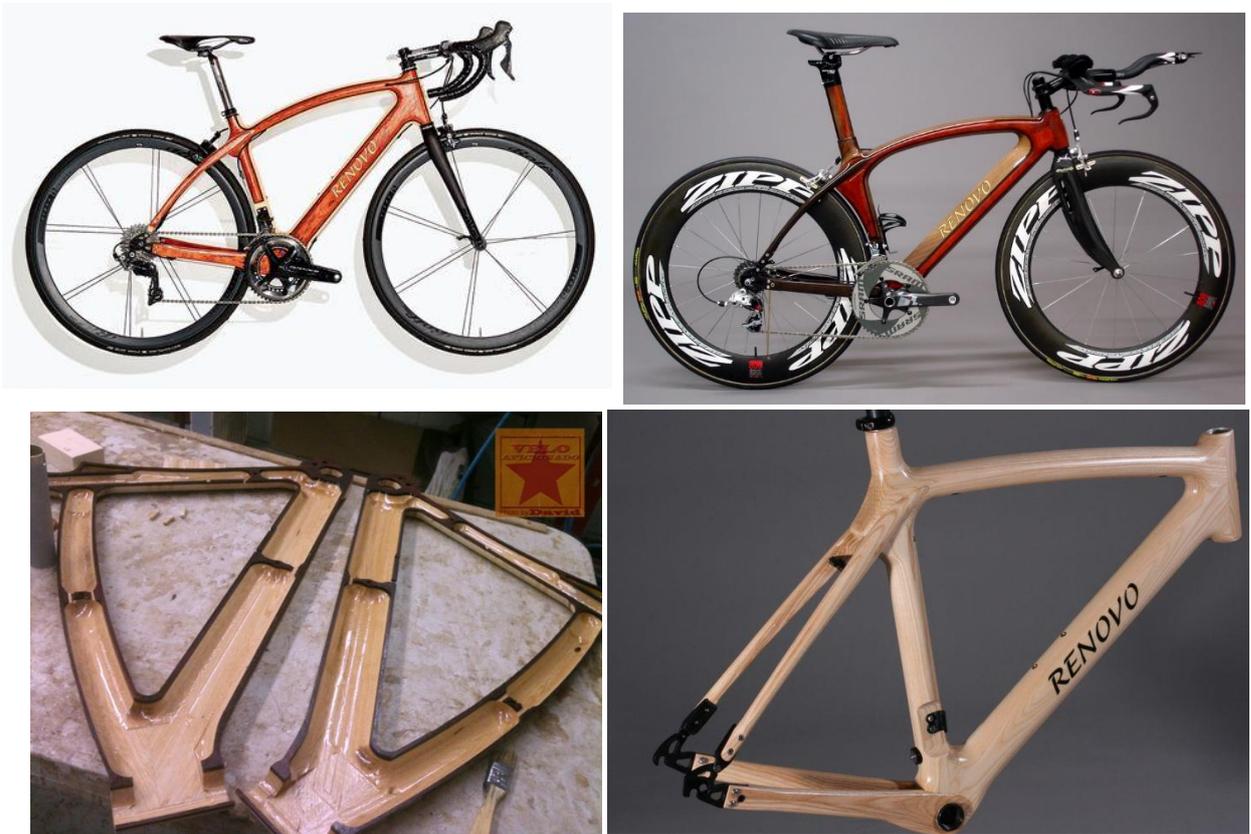
Fonte: bikerumor.com

O valor inicial das bicicletas desenvolvidas por Sueshiro Sano é de 40 mil reais, o que é justificado pela dificuldade de se obter matéria-prima e pelo tempo de fabricação que leva em média 3 meses para ser concluído. Em entrevista a um telejornal da Rede Globo, Sano demonstra ficar feliz com a satisfação dos clientes, mas não esconde a preocupação de

não ter para quem transmitir tanto conhecimento. Segundo ele, “Os jovens japoneses são materialistas hoje em dia. Nessa profissão, você precisa se dedicar e ter como principal retribuição o reconhecimento por um trabalho bem feito”.

Ainda dentro do ramo de bicicletas de madeira, igualmente se destaca a Renovo Bicycles, uma empresa norte americana que também escolheu esta matéria-prima pelo seu baixo peso, leveza e conforto. Diferentemente do japonês Sueshiro Sano, que produz em madeira todos os componentes de suas bikes, a Renovo trabalha apenas com a confecção dos quadros, porém fabrica uma gama maior de componentes que vão desde quadros para mountain bike, passando por vários modelos de estrada, de passeio e de triathlon, os quais são confeccionados com quadros ocos para se diminuir o peso do equipamento (Figura 42)

Figura 42 - Bikes desenvolvidas pela empresa Renovo



Fonte: Blog MTB Brasília

Embora inusitadamente a empresa tenha escolhido a madeira como matéria-prima, os projetistas explicam que a decisão se deu não pelo fato do material ser diferente ou mais sustentável ambientalmente, mas porque acreditam que suas características se adaptam melhor perfeitamente a maioria dos requisitos de construção de uma bicicleta melhor que do que qualquer outro material. Além disso, o rendimento da madeira tem sido comprovado durante

muitos anos em aplicações estruturalmente mais exigentes que em uma bicicleta. Um forte exemplo disso é o avião de bombardeio mais eficaz da Segunda Guerra mundial, uma aeronave britânica completamente construída em madeira, capaz de superar os 630 km/h (MTB BRASÍLIA, 2013).

Apesar da matéria prima, as bicicletas da Renovo não são fabricadas de forma totalmente artesanal. O processo produtivo é setorizado e centrado em uma fábrica que conta com projetistas, engenheiros e maquinários para a confecção das bicicletas. O quadro é construído a partir de finas camadas de madeira coladas com epóxi para formar um material compósito, semelhante ao modo como é feito um processo de laminação de carbono. As peças então são usinadas usando uma router CNC. Todas as bicicletas são lixadas à mão e finalizadas com verniz de poliuretano acetinado (Figura 43). O restante das peças são então anexadas ao quadro e toques finais incluem peças de alumínio e adequações no tubo dianteiro, no tubo do assento e no suporte inferior que são compatíveis com os componentes padrão da indústria. (KOCH, 2018).

Figura 43- Processo de lixamento e envernização das bicicletas Renovo

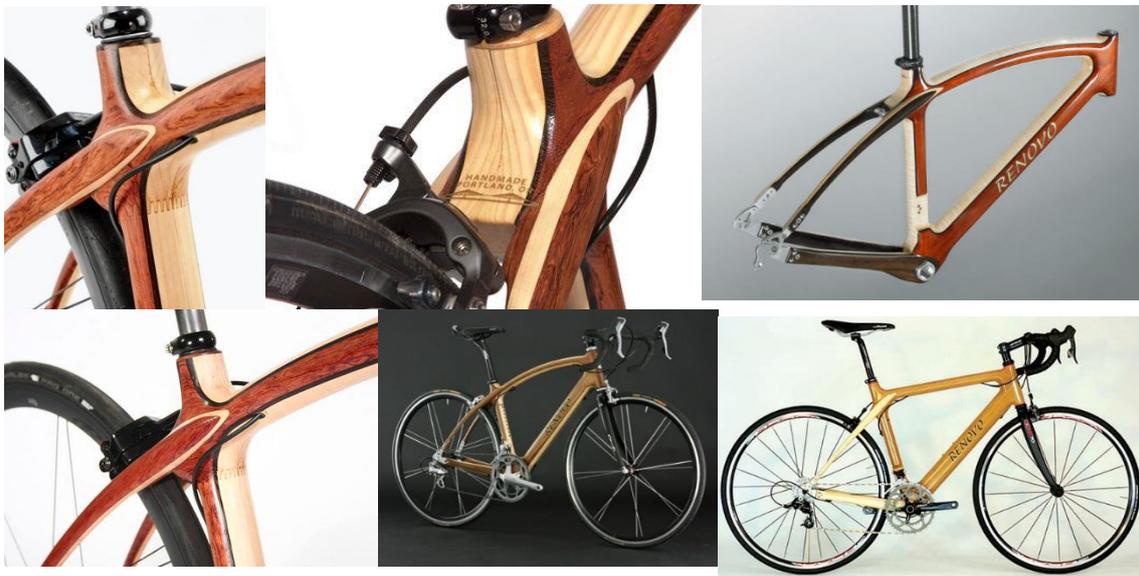


Fonte: bicycling.com

Em matéria ao blog site MTB Brasília, um dos representantes da empresa destaca que a madeira é um material mais difícil de trabalhar do que as ligas metálicas ou polímeros. Esta dificuldade também se aplica ao design dos produtos, os quais se tornam mais trabalhosos devido às propriedades variáveis das madeiras que podem mudar de acordo com as espécies. Devido a estes fatores, a produção em massa não é algo rentável para a maioria dos fabricantes, contudo, com a produção limitada, a Renovo Bicycles trabalha as propriedades das madeiras para serem otimizadas, mesclando espécies com diferentes características para obter quadro bonito, resistente e leve.

Esta composição de diferentes tipos de madeira pode ser vista no modelo Pursuit (Figura 44) que é feito principalmente de cedro de *Port Orford* de origem de Oregon (lugar onde se localiza a fábrica da empresa), escolhido por sua alta relação rigidez-peso; e de Bubinga, uma madeira proveniente da África e conhecida por sua força compressiva. Os detalhes dos traços vêm graças ao Wenge, uma madeira de cor escura também da África. (KOCH, 2018).

Figura 44 - Detalhes bicicleta Renovo Pursuit



Fonte: bicycling.com

Como destaca Koch (2018) não há dois pedaços de madeira iguais, é possível obter um padrão único de fibra de madeira, o que traz maior personalidade a cada peça.

Outra empresa que se destaca na confecção de quadros de bicicleta de madeira é Brenvelo, da Austrália. Diferente de Sueshiro e da empresa Renovo, a Brenvelo tem como foco a confecção em madeira compensada e bambu.

Nas bikes de bambu, o quadro é montado peças inteiriças unidas com fibra de carbono e resina epóxi. Após a montagem, o quadro passa por um processo de lixamento e envernização (Figura 45e Figura 46)

Figura 45 - União em fibra de carbono e acabamento bike Brenvelo



Fonte: Catálogo online Brenvelo.com

Figura 46 - Bike de bambú Brenvelo finalizada



Fonte: Catálogo online Brenvelo.com

Já as bicicletas confeccionadas em compensado passam pelo processo de fabricação digital; tendo seu corte e usinagem realizados em uma router CNC (Figura 47). Semelhantemente às bicicletas confeccionadas pela Renovo, a empresa australiana também fabrica os quadros ocios mantendo ressaltos para a fixação por meio de colagem e cavilhas de madeira, como também pode ser observado abaixo.

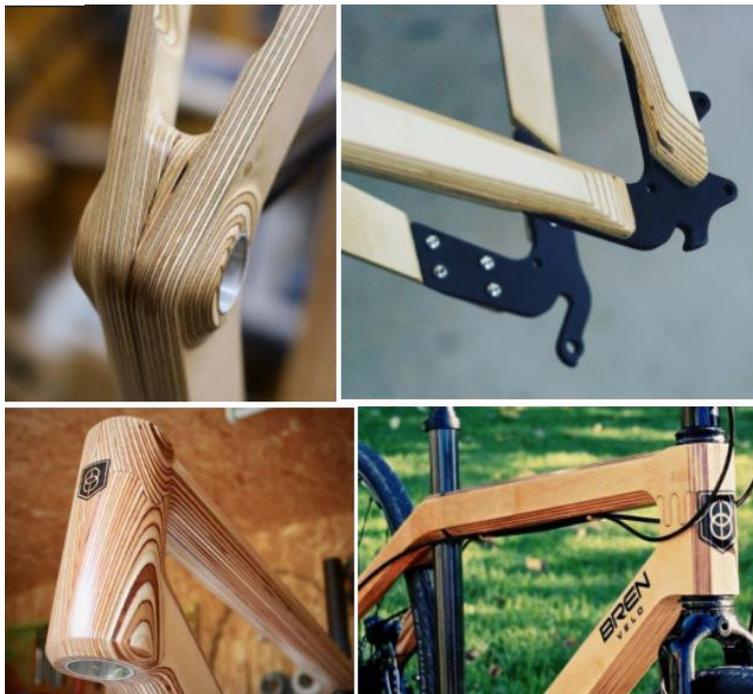
Figura 47 - Usinagem de quadro bike Brenvelo



Fonte: Instagram Brenvelo

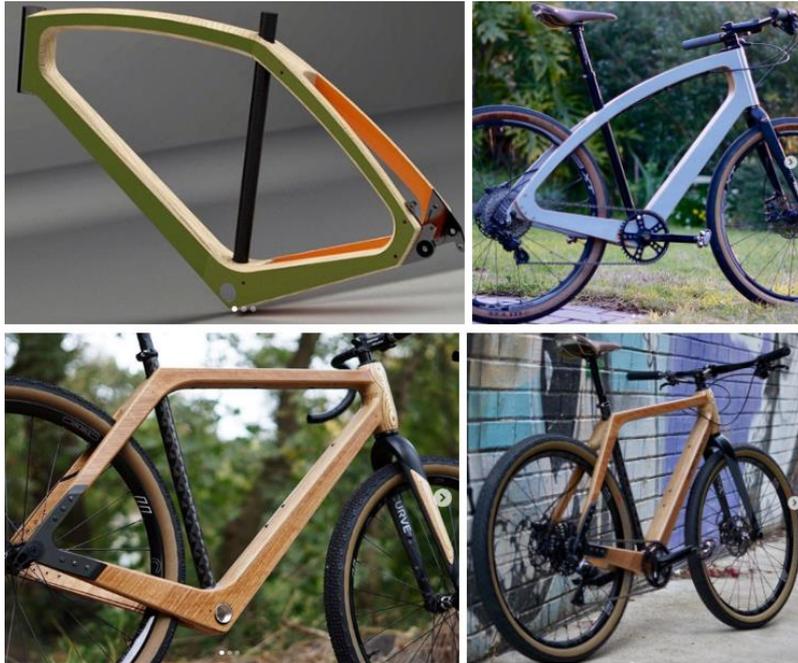
Após a montagem, os quadros passam por um processo de lixamento e envernização, tornando ainda mais destacado o padrão das lâminas de compensado usinadas (Figura 48

Figura 48 - Padrão das lâminas de compensado Bike renovo



Fonte: Instagram Brenvelo

Figura 49 - bicicleta Brenvelo



Fonte: Instagram Brenvelo

Através da observação das formas de confecção de bicicletas artesanais e semi artesanais pode-se obter um parâmetro estético e geométrico de tais produtos, além das diferentes técnicas de fabricação que auxiliaram no desenvolvimento do projeto.

2.2 PESQUISA DE PROFUNDIDADE

Nesta fase são levantadas informações voltadas à definição do público-alvo a ser trabalhado no projeto, bem como identificar seu estilo de vida, hábitos, gostos, costumes, etc. Tais dados podem ser obtidos por meio da realização de entrevistas, aplicação de questionários, observações informais, dentre outras formas. A partir disso são criadas as personas e cenários, as quais servem para sintetizar as necessidades do público-alvo e para identificar oportunidades que serão importantes na fase de Ideação.

2.2.1 Pesquisa do público

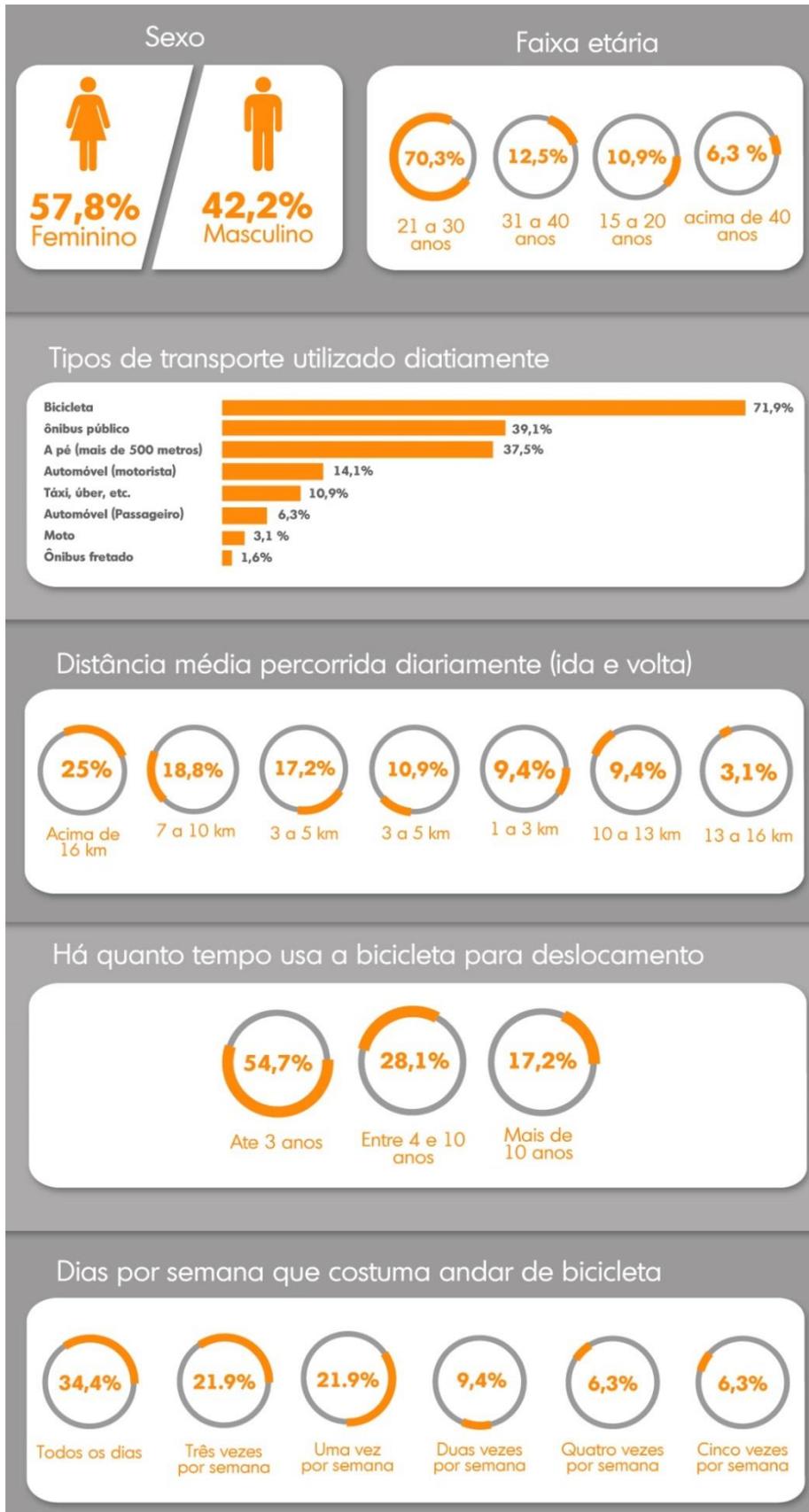
Segundo Pazmino (2015), o questionário é uma ferramenta que facilita a comparação dos dados coletados para uma futura análise. Além disso, é uma ferramenta de acesso fácil e sem custos, tendo em vista que sua aplicação pode ser online e não demanda meios físicos.

Com o objetivo de conhecer melhor o público, seus hábitos e perfil profissional, elaborou-se um questionário com perguntas abertas e fechadas, o qual foi aplicado no período de 29 de abril a 5 de maio de 2019. O questionário foi disponibilizado de forma online na plataforma *formulário Google*, sendo direcionado às pessoas que costumam utilizar a bicicleta com certa periodicidade. Sua divulgação se deu por meio de e-mails e contatos via redes sociais.

No total foram realizadas 17 perguntas, sendo 10 perguntas, 6 de múltipla escolha e 1 pergunta aberta. O número e o conteúdo das perguntas foram elaborados visando uma análise e avaliação mais direta sobre o público. Durante o período de aplicação obteve-se um total de 64 respostas. As perguntas do questionário podem ser observadas no apêndice deste trabalho.

Para facilitar a visualização de alguns dados obtidos, foi elaborado um infográfico contendo as respostas das perguntas fechadas, o qual pode ser observado nas figuras Figura 50 e Figura 51.

Figura 50 - Perfil de usuários de bicicleta



Fonte: Elaborado pelo autor

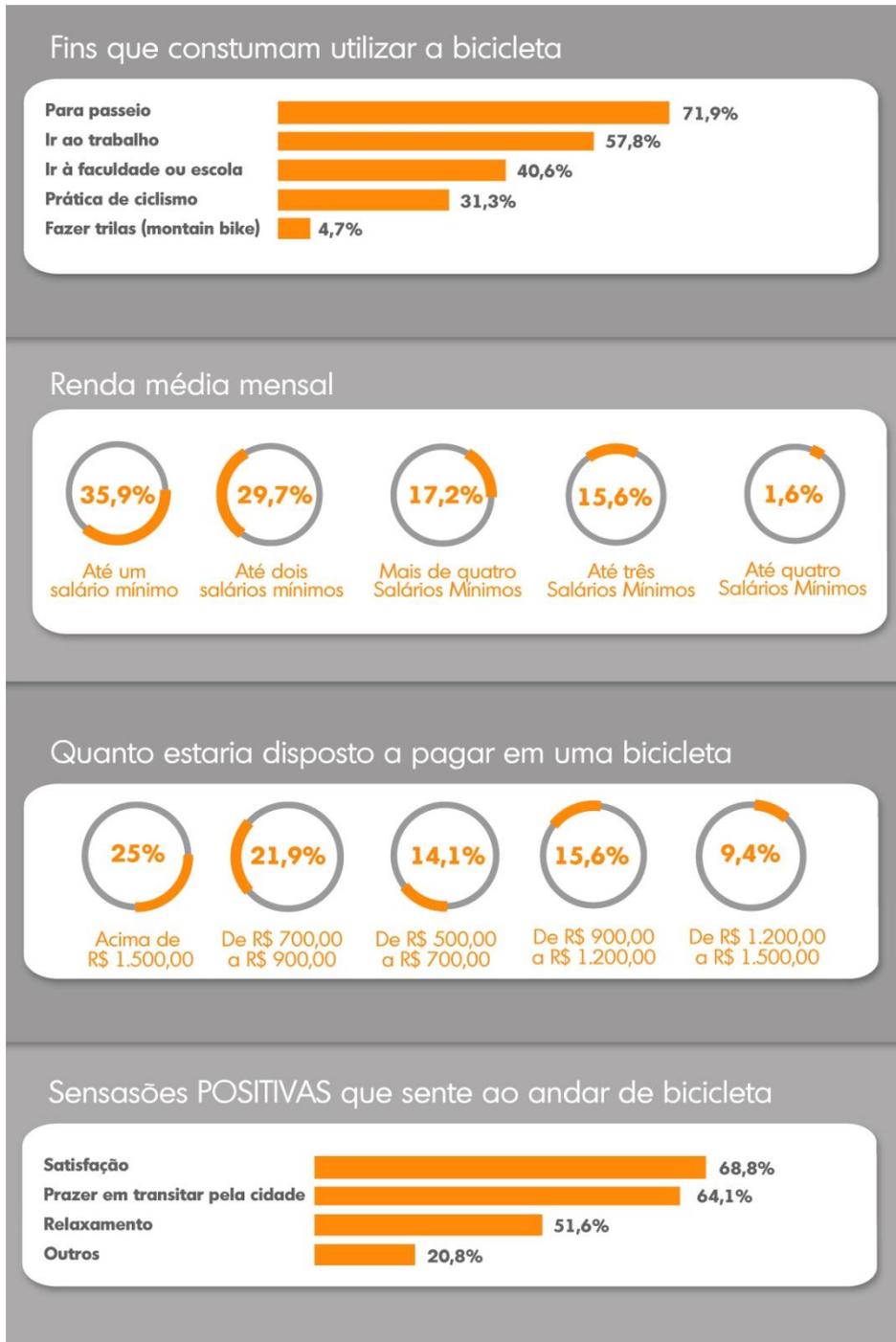


Figura 51 - Perfil de usuários de bicicletas
Fonte: Elaborado pelo autor

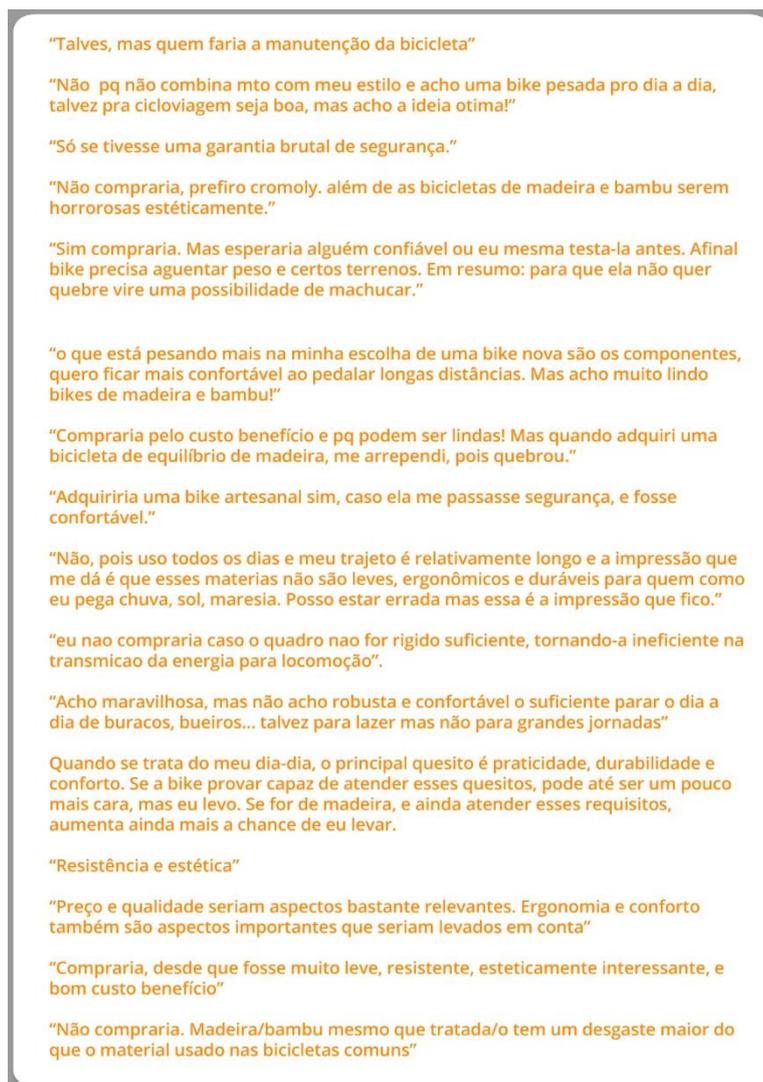
Além das respostas apontadas nos infográficos, os participantes foram questionados sobre o que os incentivou a começar a usar a bicicleta como meio de transporte, dentre as respostas se destacam: Prazer (42,2%), Saúde (20,3%), Economia (14,1%) e economia de tempo (12,5%). Nesta mesma pergunta foi permitido ao participante que escrevesse outros

motivos e foram obtidas respostas como: praticidade, agilidade, eficiência e incentivo de amigos. Curiosamente, o fator “meio ambiente” foi pouco citado, estando presente em apenas 1,6% das respostas.

Quando questionados se suas bicicletas já haviam sido roubadas, em totalidade ou em partes, cerca de 14% apontaram já ter a bicicleta roubada e 3,2% tiveram partes roubadas (Luz, selim e rodas). Dentro dos aspectos que impedem os usuários de usar a bicicleta com mais frequência, foram apontados: chuva, calor, ausência de ciclovias/ciclofaixas e medo dos motoristas imprudentes.

Apenas a última questão foi feita de forma totalmente discursiva, na qual foi perguntado se o participante compraria uma bicicleta artesanal ou feita de materiais como madeira ou bambu. A Figura 52 apresenta uma síntese das respostas mais relevantes e inerentes ao desenvolvimento do projeto.

Figura 52 - Comentários sobre bicicletas artesanais ou de materiais como madeira e bambu



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Para uma melhor visualização dos principais fatores de decisão apontados pelos participantes, elaborou-se uma nuvem de palavras (desenvolvida online através do site nubedepalabras.com), a qual aponta as palavras mais citadas e as diferencia por fator de relevância através do tamanho das palavras (Figura 53)

Figura 53 - Nuvem de palavras



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Com base na pesquisa realizada foi possível identificar não só as dificuldades, anseios e a rotina dos usuários de bicicletas, mas também direcionar uma definição do público-alvo ao qual o projeto se destinará. O processo de Design Thinking define o público-alvo como o elemento que determina o andamento do projeto, tendo em vista que todas as fases e etapas são decorrentes das necessidades dos usuários.

Para este projeto, o público-alvo foi segmentado em pessoas de ambos os sexos, com idades entre 20 e 35 anos que costumam utilizar a bicicleta em média 3 vezes por semana para transporte (trabalho, escola, faculdade) ou lazer (passeios). Apesar de a pesquisa apontar que 31,3% dos participantes utilizam a bicicleta para prática de ciclismo, optou-se por não trabalhar com este seguimento na concepção projetual. Tal decisão se deu pela percepção que este tipo de usuário faz parte de um nicho mais seletivo de ciclistas, que buscam equipamentos de alto desempenho e possuem um poder aquisitivo maior para a compra de equipamentos, e que dificilmente investiriam na compra de um equipamento com quadro semi-artesanal pelo receio relacionados à performance ou resistência dos materiais. Além disso, as peças voltadas

para a confecção destas bikes possuem um valor maior, o que encareceria o valor do produto final e, conseqüentemente, dificultaria sua venda.

2.2.2 Personas e cenário

As Personas são personagens criados a partir das características analisadas durante as pesquisas que, conseqüentemente, definição do público-alvo. Estas personas representam o comportamento dos usuários, bem como facilitam a visualização e síntese das suas necessidades, desejos e expectativas.

Personas são arquétipos, personagens ficcionais, concebidos a partir da síntese de comportamentos observados entre consumidores com perfis extremos. Representam as motivações, desejos, expectativas e necessidades, reunindo características significativas de um grupo mais abrangente. (VIANA *et al.*, 2012, p. 80).

Já os cenários são histórias criadas para se inserir as personas em um determinado contexto. Estes cenários devem descrever de forma mais detalhada a interação do usuário com o meio. Segundo Pazmino (2015, p.109), “Os cenários são compostos sobre diversos pontos de vista, ou seja, é uma descrição de todas as ações e reações que acontecem no contexto”.

A partir da análise dos dados obtidos através da pesquisa realizada com os usuários, foram criadas duas personas, as quais estão descritas abaixo (Figura 54 e Figura 55) já inseridas em seu cenário.

Figura 54 - Persona (Cintia)



Cintia, 27 anos - Designer

Cintia tem 27 anos, é formada em design e mora em Florianópolis. Há três anos ela trabalha em uma agência publicitária localizada no norte da ilha, há aproximadamente 12 km do centro. Todos os dias (exceto em dias de chuva), Cintia pedala cerca de 8 km até o serviço, trajeto este que ela faz em aproximadamente 50 minutos. Antes de entrar no escritório ela costuma tomar um banho no vestiário do condomínio comercial no qual sua empresa está inserida, sendo este um fator importante para sua decisão de ir de bike até o serviço.

Cintia decidiu ir de bicicleta ao trabalho há dois anos, após perceber que o período de espera no trânsito era maior do que o tempo que levaria percorrendo o trajeto de bicicleta.

Apesar do uso diário e da longa distância percorrida, Cintia optou por obter uma bicicleta de passeio, já que para ela o que importa é o conforto e o peso do equipamento, que interfere diretamente em sua agilidade. Além disso, tais características são importantes para ela pois não há ciclovias e ciclofaixas no trajeto que percorre, fato este que já lhe causou dois acidentes de trânsito devido à imprudência dos motoristas.

Além do hábito de pedalar, Cintia é adepta do veganismo e busca levar uma vida saudável e ecologicamente consciente, mas sem ser extremista. Em seus momentos livre ela gosta de viajar para Curitiba, onde moram seus pais e possui amigos, alguns dos quais fizeram faculdade com ela. Como uma apaixonada e consumidora de design, Cintia busca ficar sempre atenta nas novas tendências, o que lhe ajuda em seu trabalho e auxilia em seu estilo de vida.

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 55 - Persona (Bruno)



Bruno, 33 anos - empresário

Bruno tem 33 anos, é empresário e mora em Florianópolis. Há 8 anos Bruno decidiu abrir um escritório de contabilidade com alguns amigos do tempo de faculdade. Nem todos os dias ele está na cidade, com uma rotina puxada muitas vezes Bruno precisa viajar para atender clientes em outras cidades. Para fugir da rotina agitada e do cotidiano no escritório, ele costuma fazer o trajeto de sua casa até o serviço de bicicleta, o que dá aproximadamente 6 km. O prazer de andar de bike é algo que o acompanha desde criança e, apesar das inúmeras responsabilidades, iniciou a prática do ciclismo há aproximadamente 2 anos, tornando-se este seu hobby de finais de semana.

Como adepto da prática do ciclismo, Bruno investe em equipamentos de alta performance. Contudo, ele utiliza uma bicicleta de passeio para ir ao serviço e para se locomover em trajetos mais curtos, já que para estes usos ele prioriza o conforto e não a rapidez. Este hábito de pedalar é algo que Bruno tenta passar ao seu filho de 11 anos, o que tem sido gratificante para ele já que, para o menino, a bicicleta tem tomado o lugar do celular.

Mesmo gostando de pedalar, Bruno não é alguém focado em manter uma vida 100% saudável, o que seria difícil de se conservar com sua rotina agitada. Além disso, ele não descarta o uso do carro, contudo, a bicicleta se tornou não só uma forma de transporte alternativo para fugir do trânsito, mas também uma prática que o ajuda a relaxar em meio às inúmeras responsabilidades como pai, marido e empresário.

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Após a criação das personas foi possível sintetizar as características dos usuários reais do produto, assim, sabendo dos gostos e hábitos do público-alvo, é possível desenvolver um produto que seja satisfatório não só esteticamente, mas também em performance. A seguir para conhecer melhor a relação usuário-produto, é tratado o item de ergonomia e antropometria.

2.3. ERGONOMIA E ANTROPOMETRIA

A ergonomia estuda fatores que interferem e influenciam no desempenho produtivo, buscando reduzir fadiga, estresse, erros e acidentes. Visando mais segurança, saúde, satisfação e eficiência no trabalho. Trata-se de uma ciência que estuda a interação entre o homem, trabalho, objetos, tecnologia e ambiente. Para Iida (2005) “A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem” no qual o trabalho possui um sentido muito amplo e não compreende apenas os executados com o auxílio de máquinas e equipamentos, mas também o trabalho onde ocorre interação entre o homem e alguma atividade produtiva, envolvendo o ambiente físico, assim como, aspectos organizacionais.

Do ponto de vista ergonômico, os produtos são considerados como meios para que o homem possa executar determinadas funções. Esses produtos, então, passam a fazer parte de sistemas homem-máquina-ambiente. O objetivo da ergonomia é estudar esses sistemas, para que as máquinas e ambientes possam funcionar harmoniosamente com o homem, de modo que o desempenho dos mesmos seja adequado. (IIDA, 2005, p. 313).

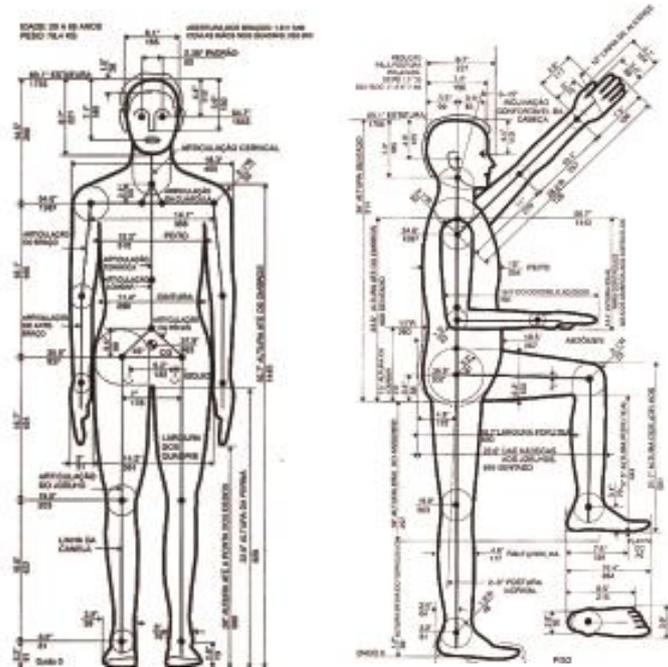
Para o desenvolvimento de uma bicicleta é necessário conhecer as medidas antropométricas dos possíveis usuários. Contudo, conforme aponta Iida (2005), existem três tipos de medidas antropométricas que condicionam as medições e posterior aplicação dos resultados em diferentes segmentos. As medidas antropométricas podem ser estática, dinâmica e funcional. Nas medidas estáticas, as medições são realizadas nos segmentos corporais, entre pontos anatômicos claramente identificados, com o corpo parado.

Os dados da antropometria estática são recomendados para dimensionar produtos e locais de trabalho onde ocorrem apenas pequenos movimentos. (IIDA, 2005). Já a antropometria dinâmica mede os alcances do movimento. Nela as medidas são feitas entre pontos anatômicos, tomados com o sujeito realizando algum movimento. Os movimentos de cada segmento são medidos separadamente, mantendo o resto do corpo estático, contudo não se consideram as interações entre os vários movimentos corporais. Por fim, a medida antropométrica funcional aplica-se principalmente quando há uma conjunção de diversos movimentos corporais para a execução de certas tarefas específicas, como por exemplo: Apanhar um objeto sobre a mesa.

Inúmeras variáveis antropométricas devem ser consideradas no desenvolvimento de um produto pois isto acarreta diretamente no conforto e até mesmo na saúde do usuário durante sua interação com o objeto. Contudo, para o desenvolvimento deste trabalho, não se tornaram necessárias inúmeras medições corporais para se obter os dados antropométricos do público-alvo. Como já apontado nas Figura 25, Tabela 1 e Tabela 2, já há tamanhos padrões de bicicletas estabelecidos com base nos padrões corporais dos indivíduos brasileiros.

Apesar de já haver tamanhos de bikes desenvolvidas para os variados tipos de usuários, e levando-se em conta que o resultado final deste projeto se dá na confecção de um modelo de apresentação de uma bicicleta em escala 1:3, optou-se por trabalhar com o percentil 50 das medidas corporais masculinas. Tal decisão se deu com base nas dimensões corporais do indivíduo que possivelmente utilizaria o produto se feito em escala real, o qual possui medidas corporais semelhantes às definidas no percentil 50. Tais medidas podem ser observadas na Figura 56 conforme definem Tilley e Dreyfuss (2005).

Figura 56 - Medidas corporais masculinas percentil 50



Fonte: TILLEY; DREYFUSS, 2005

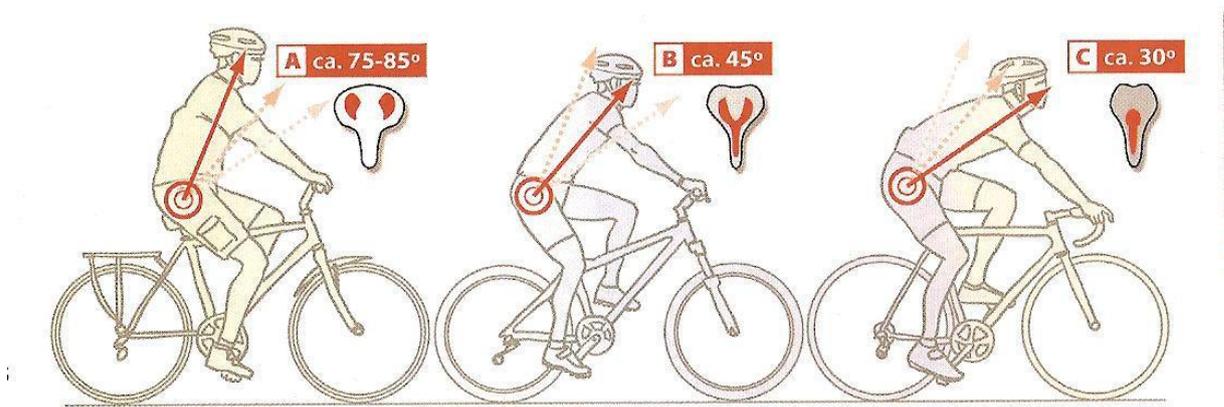
Como pode ser observado na Figura 56, Tilley e Dreyfuss (2005) caracterizam os homens do percentil 50 como indivíduos entre 20 e 65 anos, aproximadamente 74,8 kg e estatura de 1,75 metros. Já o usuário final do protótipo que será construído possui 24 anos, 74kg; 1,80 metros e 83 cm de tamanho de cavalo (medida da sola do pé até a região entre as pernas que vai apoiada no selim) dimensões estas que se assemelham às medidas estabelecidas para o percentil 50. Com base em tais dimensões pode-se definir o tamanho L como o ideal para o quadro do protótipo, conforme observa-se na Figura 25 que estabelece este tamanho para indivíduos entre 1,77 metros a 1,82 metros.

Apesar das medidas já estabelecem o usuário como pertencente ao percentil 50, fatores como modelo e altura do guidão; altura, posicionamento e modelo de selim e tamanho de pedivela devem ser estabelecidos de acordo com a adequação do usuário ao equipamento. De acordo com Grande; Bleda e Navarro (2016) a "posição ideal" para pedalar deve responder a aspectos relacionados à ergonomia, reduzindo esforços desnecessários e prejudiciais, além de priorizar a eficiência mecânica e metabólica sem esquecer outros aspectos como a segurança e o conforto do atleta.

A configuração do guidão e selim, juntamente com o modelo do quadro e posicionamento do ciclista no equipamento, podem interferem diretamente no conforto e na performance; além de exercerem maior pressão sobre as nádegas, quadril e períneo do usuário, partes estas que sofrem grande parte dos impactos durante o uso. A Figura 57 mostra

as zonas de pressão exercidas no selim. Cabe salientar que um selim muito largo e muito almofadado cria muito atrito provocando assaduras, por isso, segundo Coutinho (2019) recomenda-se um selim macio e mais curto na largura.

Figura 57 - Zonas de pressão exercidas pelo selim

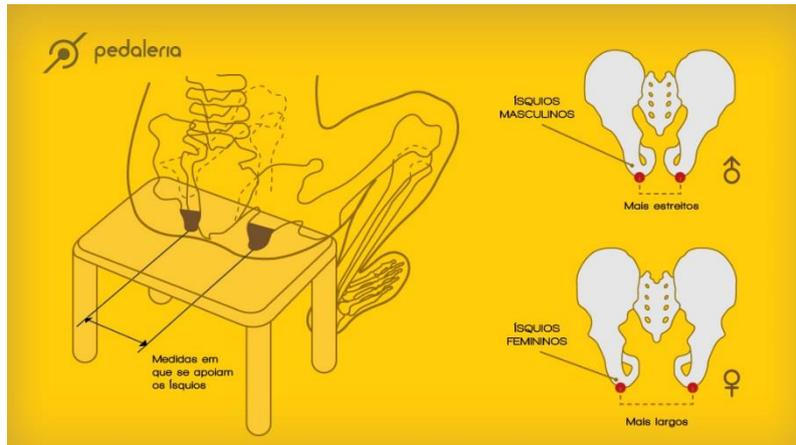


Fonte: blog.circuitobtt.com

Um selim pode ser muito desconfortável se suas medidas não correspondem a distância entre os ísquios, ossos que constituem a zona inferior da pélvis (quadril) e que apoia o corpo quando os indivíduos estão sentados (CAPIVARA, 2015). Esses ossos concentram muita força em pequenos pontos de apoio, já que o selim apoia apenas uma pequena área se comparado ao apoio que uma cadeira oferece como se pode observar na primeira ilustração da Figura 57.

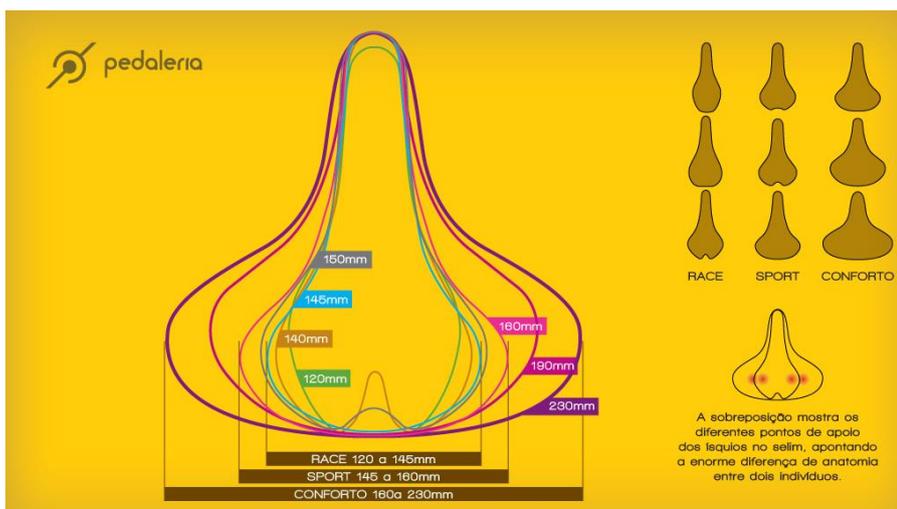
As diferenças físicas entre cada indivíduo exigem diferentes selins, pois o peso e a largura de quadril variam muito, além do fato da anatomia ser diferente entre homens e mulheres, pois no caso das mulheres, a distância entre os ísquios é maior que a dos homens por razões relacionadas a gestação e ao parto, e para os homens, o períneo é o ponto-chave, ele é mais saliente, seguindo a linha do pênis (Figura 58), e um selim sem a cavidade central pode ser desconfortável dependendo das condições ou duração das pedaladas (CAPIVARA, 2015). Neste sentido, é sempre interessante observar e comparar a largura dos selins, sua classe e pontos de apoio dos ísquios (Figura 59)

Figura 58 - Distância entre ísquios masculino e feminino



Fonte: Pedalaria.com

Figura 59 - Comparação de selins de acordo com classe, tipo e pontos de apoio dos ísquios.



Fonte: Pedalaria.com

Já o ajuste do selim no canote é outro ponto que requer atenção, pois selim com a ponta para cima ou para baixo são inadequados ao uso, podendo causar desconforto, dores e formigamento, sendo a posição horizontal a mais adequada (CAPIVARA, 2015). Para tal posicionamento pode-se utilizar um nível ou, na falta de um nível, pode também utilizar um recipiente transparente com água (Figura 60)

Figura 60 - Ajuste de angulação de selim



Fonte: Pedalaria.com

Além dos fatores ergonômicos inerentes às configurações dos componentes da bicicleta, a postura do usuário também está diretamente ligada ao seu conforto. Contudo, a posição natural varia de acordo com a geometria da bicicleta e cada bicicleta possui uma geometria específica por projeto. A geometria da bicicleta é o que determina uma funcionalidade efetiva. Uma bicicleta para uso urbano não é igual a outra para viajar ou para prática de *mountain bike*. Os aspectos mais relevantes em relação à ergonomia dos três tipos básicos de bicicletas podem ser observados na Figura 61, a qual mostra o posicionamento do ciclista em uma bicicleta urbana, uma bicicleta cicloturismo e em uma bicicleta para prática de *mountain bike*.

Figura 61 - Posicionamento do ciclista nos três principais tipos de bicicletas



Fonte: Blog Terra.com

Na concepção da bicicleta urbana, que é o modelo que será desenvolvido neste projeto, a geometria faz com que o torso se incline ligeiramente com um ângulo entre 60 a 70°. Esta ligeira inclinação do torso dá mais força para pedalar e permite uma condução muito segura com mais velocidade; contudo, o ponto fraco desta geometria é que os pulsos devem

ser colocados adequadamente nos punhos, caso contrário, pode haver desconforto no braço por ter que encolher os ombros (TIERRA ECOLOGIA PRACTICA, 2016). A Figura 62 mostra a angulação entre o torso e o braço.

Figura 62 - Angulação do dorso do usuário em bicicleta urbana



Fonte: Blog Terra.com

Para certos usos intensivos da bicicleta, especialmente no caso de cicloturismo, a posição variável do guidão pode facilitar que as forças musculares também sejam distribuídas periodicamente durante uma longa pedalada e, assim, aliviar a tensão geral, além de permitir maiores esforços devido às diferentes contrações musculares que se alteram. Por exemplo, os músculos das costas e os músculos do estômago precisam ser tensos para que possam estabilizar a coluna e protegê-la do esforço excessivo. Isto é conseguido alterando a posição do corpo na bicicleta, o que requer um guidão ajustável (TIERRA ECOLOGIA PRACTICA, 2016).

A inclinação do tronco depende da constituição corporal de cada pessoa, mas quando se deseja pedalar rápido prefere-se uma inclinação maior do que a necessária em um deslocamento urbano no qual o conforto na pedalada e a máxima visibilidade do ambiente são prioridade. Em qualquer caso, é essencial colocar o guidão na altura adequada para garantir que a inclinação do tronco seja a mais favorável para cada uso da bicicleta.

Em uma bicicleta da cidade, um ângulo do guidão de 75 a 80° é o mais ergonômico. No entanto, muitas pessoas preferem um ângulo menor, até cerca de 60°. Isso dá menos apoio e forçam os ombros, braços e mãos a trabalharem mais. Na Figura 63 pode-se observar que o ajuste do ângulo do espigão de selim (c) afeta o tronco, o que somado à distância (b) e altura do guidão (a) proporcionam mais conforto ao ciclista. Neste sentido, é

importante que o ângulo do espigão do selim possa ser ajustável pois a distância entre o guidão e o selim torna mais fácil para que o usuário obtenha rapidamente a posição mais ergonômica (TIERRA ECOLOGIA PRACTICA, 2016).

Figura 63 - Impacto do ajuste do guidão na postura do ciclista



Fonte: Blog Terra.com

Outro aspecto do guidão, o qual muitas vezes é o único fator de decisão em sua escolha, é que ele é um elemento-chave na estética das bicicletas. Por esse motivo, a maioria dos ciclistas geralmente escolhe o guidão por razões puramente estéticas. No entanto, quando se conhece e entende como o guidão determina a melhor ergonomia, o usuário sabe que, sem perder a estética, deve priorizar sua funcionalidade (TIERRA ECOLOGIA PRACTICA, 2016).

Na Figura 64 as três imagens à esquerda mostram as possibilidades dos posicionamentos do braço em um guidão multifuncional. Já as duas últimas imagens à direita mostram como os usuários se beneficiam de um guidão com um acessório como os chifres presos aos punhos.

Figura 64 - Posicionamento dos braços em dois tipos de guidão



Fonte: Blog Terra.com

O guidador deve permitir três objetivos: adaptar-se ao estilo de condução, permitir uma boa forma física e, ao mesmo tempo, dar à bicicleta o máximo desempenho como veículo. Por esta razão, foram concebidos guidões multifuncionais nos quais as mãos podem ser colocadas em diferentes posições e, assim, variar a posição dos braços, o que é decisivo para facilitar o descanso da musculatura. Em cada posição alguns músculos funcionam mais que outros. Assim, é possível colocar acessórios como os chifres presos aos punhos ou selecionar diretamente um guidão multifuncional. Dependendo da solução escolhida é possível diminuir a tensão da mão e a fadiga muscular em geral. Essas opções são fundamentais para uma bicicleta de passeio de bicicleta (TIERRA ECOLOGIA PRACTICA, 2016).

De maneira geral, o único componente das bicicletas que não se pode ajustar é o quadro. Desta forma, um posicionamento mais ergonômico do ciclista na bicicleta pode ser alcançado através de ajustes em partes como guidão e selim, o que torna importante ao projeto que as alturas e angulações destes componentes sejam ajustáveis. Contudo, para que tal ajuste seja possível é necessário que o quadro seja confeccionado de acordo com as medidas correspondentes aos padrões ergonômicos já estabelecidos.

Além da ergonomia e antropometria relacionada a um produto as normas e legislação são importantes para o desenvolvimento.

2.4 LEGISLAÇÃO PARA USO E DIMENSIONAMENTO DE BICICLETAS

O Código Brasileiro de Trânsito (CTB), além de definir regras para o uso dos automóveis e motocicletas, também aponta diretrizes para o uso das bicicletas bem como os itens de segurança obrigatórios no equipamento. Para fins de uso de vias de locomoção, o art. 58º do Código de Trânsito Brasileiro (LEI Nº 9.503, DE 23 DE SETEMBRO DE 1997) institui que “Nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas deverá ocorrer, quando não houver ciclovia, ciclofaixa, ou acostamento, ou quando não for possível a utilização destes, nos bordos da pista de rolamento, no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via, com preferência sobre os veículos automotores (BRASIL, 1997).”.

Quanto aos equipamentos obrigatórios para as bicicletas, o Art. 105 do CTB, parágrafo VI institui como equipamento obrigatório para as bicicletas a campainha, sinalização noturna dianteira, traseira, lateral e nos pedais, e espelho retrovisor do lado esquerdo. A campainha, entendido como tal o dispositivo sonoro mecânico, eletromecânico, elétrico, ou pneumático, capaz de identificar uma bicicleta em movimento (BRASIL, 1997).

O item é responsável por ajudar a alertar pedestres e motoristas de modo a evitar acidentes. Atualmente no mercado existe uma ampla variedade de modelo de buzinas, com sons distintos, que podem ser escolhidas de acordo com a preferência do ciclista.

Os sinalizadores noturnos devem estar na traseira e dianteira, aos lados e nos pedais. Conforme institui o CTB “sinalização noturna”, composta de retrorrefletores, com alcance mínimo de visibilidade de trinta metros, com a parte prismática protegida contra a ação das intempéries devem ser nas seguintes configurações: a) na parte dianteira, nas cores branca ou amarela; b) na traseira na cor vermelha; c) nas laterais e nos pedais de qualquer cor. A função dos sinalizadores é auxiliar na iluminação da estrada de modo que o ciclista saiba qual trajeto é mais seguro e também alertar motoristas e pedestres sobre sua presença no local. Os sinalizadores podem ser personalizados podendo piscar ou não, contando que sejam refletores. Já os espelhos retrovisores devem ser colocados do lado direito e esquerdo, acoplado ao guidom e sem haste de sustentação.

Infelizmente, segundo dados de uma pesquisa realizada pela Abraciclo (Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares) apenas 1% dos ciclistas utilizam os chamados equipamentos de segurança. O número é preocupante, uma vez que os itens garantem a segurança dos ciclistas. Sem eles, as probabilidades de se envolver em acidentes, principalmente em períodos noturnos, aumentam drasticamente.

Como já apontado anteriormente, muitos dos usuários utilizam a bicicleta como meio de transporte efetivo para se locomover até o trabalho ou escola/faculdade, tendo que levar seus pertences juntamente no equipamento. Porém, no Código de Transito Brasileiro (CT), não há indicações de formas corretas ou padronização de equipamentos para o transporte de pertences em bicicletas, o que leva os usuários a fazerem adaptações para suprir tal necessidade.

Para melhor compreender a forma como os ciclistas transportam seus pertences, foram realizadas observações e registros fotográficos dos usuários e de equipamentos estacionados, os quais podem ser observados na Figura 65.

Figura 65 - Registro de ciclistas com pertences



Fonte: Registros do autor

Como se pode perceber na Figura 65, os ciclistas pertencentes à faixa etária do público-alvo geralmente utilizam mochilas para carregar seus pertences. Além disso, em muitas bicicletas é possível ver a presença do suporte acoplado na parte traseira do equipamento, o qual é composto de uma base de ferro ligada ao eixo da roda traseira e ao selim. Através do auxílio de cordas são anexadas neste suporte caixas ou bolsas para transportar itens maiores, porém estas adaptações possuem dimensões laterais variadas, algumas extrapolando até mesmo medidas de baús para motos, o que possivelmente dificulta a mobilidade do ciclista além de ser um fator que pode causar acidentes.

Segundo Coutinho (2019) para maior conforto recomenda-se uma bolsa em lugar de baú para diminuir o peso e aumentar a estabilidade.

2.5 ANÁLISE SINCRÔNICA

Segundo Baxter (2000 *apud* PAZMINO, 2015) a análise de produtos concorrentes ou similares, também conhecida como análise sincrônica ou paramétrica, busca conhecer e comparar produtos existentes no mercado que se assemelham ao produto em

desenvolvimento, através de variáveis mensuráveis, assim como aspectos qualitativos, quantitativos e de classificação. Desta forma, é possível “[...]conhecer os pontos fracos e fortes do produto e agir para melhorá-los, muda-los ou até mesmo conservá-los.” (PAZMINO, 2015, p.58).

Em primeiro lugar, deve ser esclarecido que concorrente é todo produto ou serviço que busca o mesmo mercado e satisfazer as mesmas necessidades do consumidor. Já similar é todo produto ou serviço que atende as mesmas funções e pode satisfazer as mesmas necessidades do consumidor, mas que não é um concorrente direto. (PAZMINO, 2015, p. 58).

Para Padilha (2007), existem três graus de concorrência e que podem ser classificados como: Concorrentes Diretos Principais – produtos que possuem as mesmas funções e mesmo direcionamento de público -, Concorrentes Diretos Secundários – que atuam no mesmo ramo que o produto em desenvolvimento, porém não possuem as mesmas funções nem mesma qualidade -, e Concorrentes Indiretos – produtos diferentes, porém com o mesmo público-alvo, e que podem ser a escolha do consumidor para satisfazer suas necessidades. Este, aqui será denominado como produto similar, pois segundo Pazmino (2015) o similar atende as mesmas funções e satisfaz as necessidades do consumidor.

Durante a pesquisa se encontrou apenas um fabricante brasileiro de bicicletas artesanais ou semi-artesanais (Tópico 2.1.4) que trabalha com materiais similares ao que se deseja utilizar neste projeto. Com isto, além deste fabricante, para esta análise foram considerados como concorrentes diretos bicicletas de passeio de fabricantes nacionais (Caloi e Monark); como concorrente indireto foi selecionada a empresa norte americana Renovo Bicycle. Dentre estas empresas selecionou-se o modelo mais vendido de cada empresa, o que proporcionou maior paridade à avaliação.

Para a análise foram determinados os seguintes critérios: Nome da empresa, modelo do produto, preço, materiais, peso, design do quadro, pontos fortes e pontos fracos. No âmbito do design, optou-se por analisar apenas os quadros por se tratar da parte que apresenta a maior variação estética. A Figura 66, Figura 67 e Figura 68 mostram os concorrentes diretos e a Figura 69 mostra o concorrente indireto.

Figura 66 - Concorrente direto I

<p>Empresa: Caloi</p> <p>Modelo: Caloi 100 Sport - 2016</p> <p>Preço: R\$ 819,00</p> <p>Aro: 26"</p> <p>Materiais: - Alumínio (quadro e freios); - Aço (pedivela e guidão); - Plástico (pedais)</p> <p>Peso: 17,7kg</p> <p>Design do quadro: Quadro tubular; diferente da maioria dos modelos da marca, possui linhas mais curvas que remetem à bikes de ciclismo; variação no posicionamento da haste que parte do eixo traseiro em direção à coroa.</p> <p>Pontos fortes: Curvatura no quadro; possui suspensão dianteira; molas no selim.</p> <p>Pontos fracos: Selim único sem diferenciação para uso masculino; falta de design diferenciado ; ausência de retrovisores e de sinalização dianteira e traseira</p>	
---	--

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 67 - Concorrente direto II

<p>Empresa: Monark</p> <p>Modelo: Monark barra circular CP</p> <p>Preço: R\$ 529,00</p> <p>Aro: 26"</p> <p>Materiais: - Aço carbono - Polipropileno (pedais)</p> <p>Peso: 19,44 kg</p> <p>Design do quadro: Quadro tubular com design clássico da empresa, sem grandes modificações desde a década de 50 quando o modelo foi lançado. Possui uma circunferência no centro do quadro que é um elemento característico da empresa. O suporte para bagagem soldado ao quadro dá um aspecto retangular o que, somado aos demais componentes, reforça o caráter retrô do produto.</p> <p>Pontos fortes: Marca consolidada; Design marcante pelo fator nostálgico; alguns acessórios de segurança já inclusos (espelhos retrovisores e refletos)</p> <p>Pontos fracos: Só possui eixo monobloco; selim único sem diferenciação para uso masculino; alto peso; freios varão (não utiliza cabos de aço), o que aumenta a necessidade de manutenção; ausência de suspensão</p>	
--	--

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 68 - Concorrente direto III

<p>Empresa: Hailux</p> <p>Modelo: Hailux classic</p> <p>Preço: a partir de R\$ 2.500,00</p> <p>Aro: customizável</p> <p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aço carbono - Madeira (quadro) - Couro (Guidão e selim) <p>Peso: A partir de 17 kg</p> <p>Design do quadro: Quadro tubular com design único e exclusivo, o qual remete à modelos de motos clássicas. Possui formas mais curvas e detalhe em madeira, o que, somado aos demais componentes da bike, reforçam o estilo clássico.</p> <p>Pontos fortes: Características marcantes e exclusivas; diversos componentes customizáveis; sistema exclusivo de troca de marcha através de acionamento com câmbio; possui modelos com ou sem suspensão dianteira; design diferenciado nos itens obrigatórios de segurança.</p> <p>Pontos fracos: Manutenção exclusiva por parte da empresa, banco sem diferenciação masculina e feminina, a natureza artesanal dificulta a substituição de alguns componentes por peças padrão; itens de segurança não são inclusos na compra da bicicleta sendo vendidos separadamente como acessório.</p>	
---	--

Fonte: Desenvolvido pelo autor

A (Figura 69) Figura 69 - Concorrente indireto está representado o concorrente indireto ou similar, que entrou nesta classificação, pois sua produção não é realizada no Brasil, o que reduz a possibilidade de ser uma bike que concorra diretamente com o produto a ser desenvolvido.

Figura 69 - Concorrente indireto



Empresa: Renovo Bicycle

Modelo: Renovo pursuit

Preço: A partir de \$2.000,00 (aproximadamente R\$ 4.000,00)

Aro: Customizável

Materiais:

- Madeira (quadro)
- Alumínio (pedivela, guidão e garfo)
- Aço carbono

Peso: 7 kg

Design do quadro: Quadro em madeira de cedro do Oregon e Wenge africano. Além do material diferenciado, possui traços curvos, espessura e formato variável, saindo do formato tubular geralmente utilizados. Possui tonalidades diferenciadas devido à mescla de diferentes madeiras.

Pontos fortes: Aspecto marcante dado pelo uso da madeira; boa estética obtida através do tratamento, envernização e colagem da madeira; leveza; quadro com formato mais retangular diferente dos tubulares comuns.

Pontos fracos: Manutenção exclusiva por parte da empresa; bike voltada à prática de ciclismo e uso em competições, o que interfere no modelo e posicionamento de guidão e do assento; selim com pouco preenchimento (desconfortável para uso diário); itens obrigatórios de segurança não inclusos

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Com base na análise feita é possível extrair características positivas para se inserir no desenvolvimento do produto, bem como observar pontos negativos que devem ser evitados.

2.5.1 Análise de produto similar

Como complemento da análise sincrônica, elaborou-se uma análise das bicicletas desenvolvidas pelo esloveno Igor Ravbar. Igor trabalha como conservacionista de armas e armaduras no museu da nação da Eslovênia. Contudo, nos momentos vagos, ele faz trabalhos artesanais com madeira. Igor costuma andar quatro milhas até o seu trabalho em suas próprias bicicletas de madeira esculpidas à mão. Antes de recorrer a bicicletas, ele esculpiu caiaques e uma canoa de madeira, o que lhe ajudou no uso e manuseio do material para o desenvolvimento das bicicletas (FUEGO; AMES, 2009).

A Woo 1 (Figura 70) foi a primeira dos três modelos desenvolvidos por Ravbar, a qual é a mais utilizada por ele durante o dia a dia. Por se tratar de bikes artesanais desenvolvidas exclusivamente para o uso pessoal, o artesão utilizou suas dimensões corporais como fator para as adaptações ergonômica e antropométrica dos equipamentos. Além disso,

como destaca Fuego e Ames (2009), através do uso cotidiano das bicicletas Ravbar observou a necessidade de anexar um bagageiro para levar seus pertences criando os acessórios também em madeira. Em dois modelos os bagageiros foram colocados na parte de trás da bike, já no terceiro modelo este foi substituído por uma cestinha na parte dianteira da bicicleta, como também pode ser observado nas Figura 70 e Figura 71.

Figura 70 - Modelo Woo 1 desenvolvido por Ravbar



Fonte: Blog Eyeteeth

Figura 71 - Bicycletas desenvolvidas por Igor Ravbar



Fonte: Blog Eyeteeth

Por se tratar de uma produção totalmente artesanal, sendo voltada apenas ao uso do artesão, não há muitas referências sobre os métodos, processos e espécies de madeiras utilizadas por Igor em suas bikes. Contudo, através de uma análise visual, percebe-se que as bicicletas são feitas através da técnica de empilhamento de lâminas de madeira de diferentes espessuras, o que aponta para um processo de encurvamento chapas para a obtenção das

formas das bikes. Além do material, seus produtos se destacam pelo design exclusivo e ótimo acabamento superficial, o que muitas vezes só se consegue obter através de processos artesanais de fabricação.

2.6 MATERIAIS PARA QUADRO DE BICICLETA

Para (SMITH e HASHEMI (2012) o material para o quadro de uma bicicleta deve ser suficientemente forte para suportar o peso do usuário sem deformação permanente ou fratura. Deve ser suficientemente rígido de modo a não sofrer deformações elásticas ou falha por fadiga (devido a carga repetitiva). A resistência à corrosão ao longo da vida da bicicleta deve ser um fator a ser considerado. Além disso, o peso do quadro é importante já que diminui o esforço e, caso seja necessário levantar para guardar, deve ser leve.

Para os critérios de resistência, rigidez e peso podem ser ligas de alumínio, titânio, de magnésio, aço, plástico reforçado com fibras de carbono (CFRP) e madeira. Segundo (SMITH e HASHEMI (2012), a madeira tem excelentes propriedades para esta aplicação, mas a ela não se pode dar facilmente a forma de um quadro e garfo de bicicleta. Segundo os autores, o CFRP seria a melhor opção, pois proporciona um quadro resistente, rígido, leve, resistente a corrosão e fadiga, porém o custo de fabricação é oneroso. Se o custo é um fator importante o aço é uma boa opção e se a leveza é o que deve ser reduzido as ligas de alumínio e titânio seriam as mais adequadas.

Contudo, mesmo sabendo que a fibra de carbono é a melhor opção quando analisadas as relações resistência e leveza, sua diferença de preço em comparação ao tecido de fibra de vidro pode chegar a 95%. Enquanto o tecido de fibra de vidro de 0,5x1,3 metros pode ser encontrado a partir de R\$ 9,50 o tecido de fibra de carbono com as mesmas dimensões custa a partir de R\$ 200,00. Além do valor elevado para a confecção em CFRP, outra condição a ser considerada é a dificuldade de se obter uma peça homogênea e sem emendas, o que também ocorre com a laminação em fibra de vidro. Diferentemente da laminação em uma única superfície (plana ou curva) na qual é mais fácil a desmoldagem e a obtenção de uma peça homogênea (Figura 72), em moldes para a confecção de formas mais complexas, tanto em formas positivas ou negativas, é necessário à laminação em duas ou mais partes tendo que realizar uma “soldagem” das peças (Figura 73), a qual, se malfeita, propicia áreas de fragilidade que podem gerar quebras no decorrer do uso.

Figura 72 - Processo de laminação de peças simples com resina poliéster



Fonte: Advanced Vacuum Hi-Tech Composites

Figura 73 - Processo de laminação com necessidade de soldagem



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Contudo, com o aumento dos estudos utilizando a fibra de carbono, devido ao seu uso cada vez mais recorrente em diversas áreas da indústria, novas técnicas têm surgido para a redução de zonas de fragilidade em peças laminadas tal como o uso de máquinas de vácuo. Neste processo, as peças são colocadas em um invólucro plástico e o ar é absorvido do interior da embalagem com o auxílio de uma bomba de vácuo (Figura 74). Deste modo, a peça fica “selada” e, pela ausência de ar, não ocorre o surgimento de bolhas na superfície da peça.

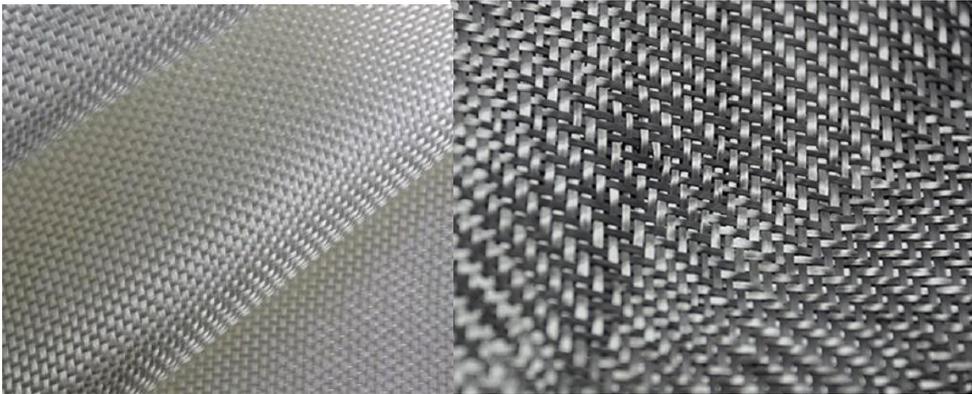
Figura 74 - Processo de laminação com uso de vácuo



Fonte: Canal Técnicas de modelismo (vídeo)

Se por um lado o processo de laminação em CFRP é trabalhoso e de custo elevado, a laminação em tecido de vidro se torna mais econômica, porém de igual dificuldade, além das peças possuírem uma resistência menor e um peso maior se comparado ao mesmo processo realizado com fibra de carbono. Contudo, o que gera resistência a estes materiais é a disposição cruzada de suas fibras, o que permite uma maior aplicação de esforço e impacto em todos os sentidos das peças (Figura 75).

Figura 75 - Disposição das fibras de tecido de vidro e de CFRP



Fonte: Canal técnicas de modelismo

Com características muito favoráveis e fácil processamento, a madeira também se torna um material plausível de ser aplicado na confecção de diferentes produtos. Levando-se em conta sua grande diversidade, espécies como canela, mogno, cerejeira, cedro, kiri e angelim possuem grande resistência mecânica e podem ser usadas em diferentes tipos de estruturas, sendo algumas destas espécies utilizadas na construção civil como substitutas para o aço (NEGRÃO, BALSEIRO, FARIA, 2010). Contudo, devido ao risco de extinção, muitas destas e outras variedades de madeiras possuem sua comercialização proibida, sendo sua obtenção possível apenas através de peças de demolição.

Considerando-se a natureza deste projeto, que se caracteriza pela produção por meios de fabricação digital, a madeira se torna o melhor material a ser utilizado devido à sua resistência e facilidade de processamento e acabamento. Entretanto, se torna necessária a avaliação das possíveis espécies que podem ser aplicadas no produto, levando-se em conta a dificuldade de acesso a determinadas espécies e suas diferentes propriedades físicas, as quais, apesar de já serem previamente conhecidas, podem possuir variações por se tratar de um material de origem natural.

Apesar de suas características favoráveis, alguns cuidados devem ser tomados durante o processamento da madeira. Diferentemente das fibras de vidro e de carbono que possuem suas tramas entrelaçadas em dois sentidos aumentando assim sua resistência, as fibras naturais da madeira possuem apenas uma direção, o que pode quebrar as peças se pressionadas no mesmo sentido da fibra. Além disso, é necessário um acabamento superficial nas peças feitas em madeira para que haja uma impermeabilização, aumentando assim a durabilidade e integridade do material.

Como já mencionado, espécies como cerejeira, cedro, imbuia, canela e angelim são madeiras de alta densidade e resistência, o que as torna passíveis de serem utilizadas. Para o quadro da bicicleta também é viável a utilização de chapas de compensado laminado, o qual é formado através da colagem de finas lâminas de madeira, podendo ser produzidas chapas com espessuras de 3 mm a 30 mm. Este material possui uma boa resistência mecânica, a qual é obtida pela disposição das lâminas de madeira com o direcionamento alternado de suas fibras, o que proporciona uma interessante aparência de camadas (Figura 76).

Figura 76 - Chapas de compensado



Fonte: Mostuário armazém ribeira

Geralmente as chapas de compensado comum são feitas a partir de lâminas de madeira de virola, as quais podem vir com falhas internas, o que conseqüentemente gera pontos de fragilidade. Além disso, o compensado comum não possui tratamento de impermeabilização, tornando-o suscetível à deterioração quando em contato constante com a água e umidade. Todavia, caso seja necessária uma maior resistência do material, o compensado laminado comum pode ser substituído pelo compensado naval, o qual é totalmente à prova de água e possui uma maior uniformidade em suas lâminas. Além da madeira de virola, é possível encontrar compensado naval de espécies nobres como cedro e angelim, o que aumenta consideravelmente sua qualidade e, conseqüentemente, seu preço.

2.5.2 Materiais compostos

Segundo Filho (2006) materiais compostos são fabricados combinando-se dois ou mais materiais para maximizar suas propriedades e minimizar suas falhas. Segundo o autor, a maioria dos compostos modernos é feita de fibras de um material estritamente ligado a outro, denominada matriz. Esta une as fibras como um adesivo e as faz mais resistentes, enquanto as fibras fazem com que a matriz seja mais forte e rígida e a ajudam a resistir a quebras e faturas.

Para a confecção do quadro da bicicleta é possível fazer uso de um material composto. Assim como observado, há diversos fatores positivos nas madeiras e fibras (de vidro e de carbono), os quais, quando somados, maximiza a qualidade de suas propriedades. Através de estudos realizados por professores do curso de engenharia civil da Universidade de Coimbra e Universidade do Porto, ambas de Portugal, constatou-se que a inserção tecido de fibra de carbono poderia aumentar em até 26% a resistência de peças de madeira (NEGRÃO; BALSEIRO; FARIA, 2010). O estudo foi realizado com o intuito de validar o uso de vigas de madeira reforçadas com fibra de carbono na construção civil, podendo, em alguns casos, substituir o uso de colunas de concreto.

Durante a pesquisa foram feitos 6 corpos de prova com duas chapas de madeira unidas com resina epóxi e lâminas de CFRP (Figura 77), os quais foram submetidos a testes de compressão e de flexão para se analisar o comportamento do compósito. Por se tratar de uma pesquisa voltada mais às características potencializadas pela fibra de carbono, os autores não apontam a espécie de madeira utilizada para os testes. Contudo, eles destacam o empenamento ocorrido na madeira devido à perda de teor de água nas amostras, o que, somado às características visuais apresentadas nas fotografias, pode-se apontar o uso do pinus como corpo de prova (Figura 78)

Figura 77 - Configuração do corpo de prova da pesquisa



Fonte: NEGRÃO, BALSEIRO, FARIA, 2010)

Figura 78 - Empenamento das madeiras utilizadas na pesquisa



Fonte: NEGRÃO, BALSEIRO, FARIA, 2010)

Além da constatação do aumento da resistência do compósito de madeira e fibra de carbono, os autores destacam uma mudança no padrão de ruptura do material. Enquanto a madeira sem o reforço quebra e separa as partes, o material composto quebra, mas mantém as partes unidas durante determinado tempo, o que conseqüentemente pode ampliar o tempo para uma reação caso haja uma ruptura do material durante o uso.

Outro uso comum de compósitos de madeira e laminação é a área náutica. Muitos barcos e canoas feitos em madeira (bruta ou compensado) são laminados exteriormente com fibra de vidro e resina poliéster (Figura 79). Este processo serve não só para o aumento da resistência do casco, mas também para impermeabilizar e dar um acabamento estético no barco já que a resina serve como base para aderência de tinta e verniz.

Figura 79 - Processo de laminação com tecido de fibra de vidro em casco de barco



Fonte: Instagram preszlerwoodshop (vídeo)

Com tais informações em mente é possível idealizar um material composto para a confecção do quadro, podendo ser utilizados composições como: Madeira (mogno, cerejeira, canela, angelim) + resina + tecido + verniz; madeira + resina + fibra de carbono; compensado naval + resina + fibra (de vidro ou carbono). Nestes casos, para ampliar a resistência do material, cada lâmina de madeira é intercalada com uma trama bidirecional de fibra de carbono ou fibra de vidro, lâminas coladas com adesivo epóxi, processo de curagem, lixado, polido e recebe camadas de verniz epóxi para tornar o material resistente a água.

2.5.3 Seleção e teste de materiais

Após a pesquisa dos diferentes tipos de madeira que podem ser utilizados para a confecção do quadro, foram obtidas 2 amostras de materiais (Figura 80 - Amostras de materiais para testes Figura 80) para um teste e análise detalhada de resistência e flexão dos materiais, sendo 1 amostra de madeira bruta (cerejeira) e uma amostra de material composto feito de madeira compensada, fibra de vidro e resina poliéster.

Figura 80 - Amostras de materiais para testes



Fonte: Desenvolvido pelo autor

A fim de se obter dados concisos e confiáveis, a confecção dos corpos de prova e os parâmetros dos testes seguiram a norma técnica NBR 7190 estabelecidas pela ABNT, a qual estabelece as normas para projetos de estruturas em madeira e pode ser observada no anexo A.

Os corpos de prova foram cortados nas medidas de 5 x 5 x 15 cm, conforme estabelecido pela NBR 7190. Para a confecção do material composto foram utilizados 16 perfis de compensado 4 mm e 3 camadas de tecido de fibra de vidro entre cada chapa, totalizando 45 camadas de tecido. As chapas de compensado de madeira de virola foram intercaladas com camadas de tecido de fibra de vidro de 300 g/m² e unidas com resina poliéster (

Figura 81).

Figura 81 - Processo de composição de perfil para teste



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Após a confecção do material composto, ambos foram lixados e pesados, constatando-se uma diferença de 30 gramas entre as amostras, sendo 219 gramas o material composto e 251 gramas a cerejeira (Figura 82).

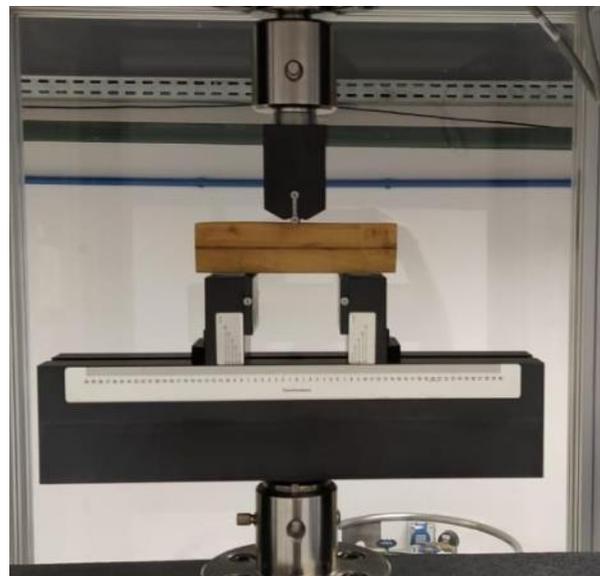
Figura 82 - Pesagem das amostras de materiais



Fonte: Desenvolvido pelo autor

O teste foi realizado no LabMat da UFSC no dia 07/11/2019 de forma a garantir que o material utilizado seja resistente e adequado as normas da ABNT. As amostras foram colocadas em um maquinário e submetidas a um teste de pressão (Figura 83) no qual a carga é acrescida no centro do material de forma gradual até sua ruptura.

Figura 83 - Corpo de prova em maquinário para teste

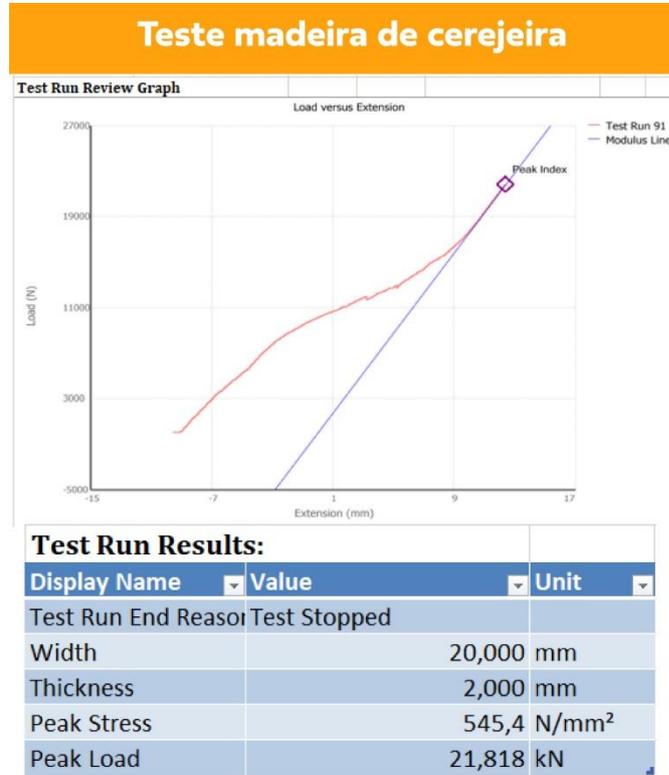


Fonte: LabMat UFSC

Após o teste o maquinário gerou um gráfico para cada uma das amostras e uma tabela destacando o *Peak Stress* (pico de stress) o qual aponta o máximo de pressão suportada

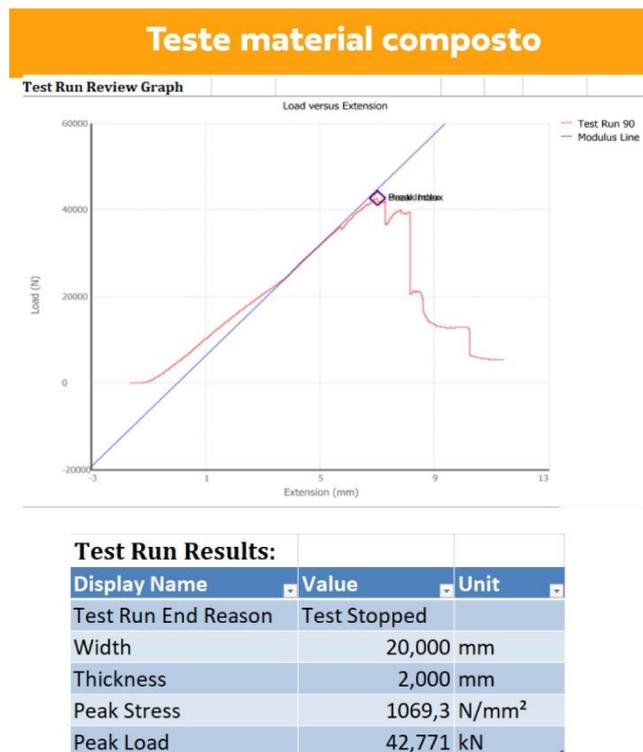
em cada milímetro quadrado do material e o *Peak Load* (carga máxima) que define a carga máxima suportada pelo material até o momento de sua ruptura.

Figura 84 - Resultados de testes em madeira de cerejeira



Fonte: LabMat UFSC (2019)

Figura 85 - Resultados de teste em material composto



Fonte: LabMat UFSC (2019)

Com os dados do teste foi possível constatar que o material composto possui um *Peak Stress* e *Peak Load* 96% maior do que a madeira de cerejeira. Além disso, através do gráfico pôde-se detectar que, diferentemente da cerejeira que em seu pico de stress rompe de uma só vez (Figura 86), o material composto sofre alterações na união de suas lâminas quando alcança o pico de stress (Figura 87), mas mantém suas partes unidas o que consequentemente pode ampliar o tempo para uma reação caso haja uma ruptura do material durante o uso.

Figura 86 - Deformidade da cerejeira após teste



Fonte: LabMat UFSC (2019)

Figura 87 - Deformidade do material composto após o teste



Fonte: LabMat UFSC (2019)

Tendo em vista os resultados obtidos através dos testes de resistência, optou-se pelo uso do material composto feito de compensado, resina e fibra de vidro para a confecção do quadro. Além dos dados que embasaram tal escolha, outro fator considerado foi a facilidade de obtenção dos materiais compósitos em relação a madeira de cerejeira e o aproveitamento máximo que uma chapa de compensado pode ter para a confecção de inúmeros exemplares. Contudo, para melhorar a aderência e resistência dos materiais, decidiu-se por utilizar compensado de madeira de cedro ao invés de virola, além de substituir a resina poliéster por resina epóxi.

2.7 REQUISITOS DE PROJETO

Os Requisitos de Projeto são especificações que servem como diretrizes para a etapa de Ideação, estabelecendo restrições, orientando e definindo características que o produto deve ter para satisfazer o usuário. Os requisitos devem ser representados utilizando termos quantitativos, ou seja, com informações completas por meio de características técnicas e mensuráveis.

No design de objetos, os requisitos de projeto definem as características: funcionais, estéticas, ergonômicas, ambientais, semânticas (linguagem) que o produto deve ter, entre muitas outras. (PAZMINO, 2015, p. 27).

Após as pesquisas preliminares, observação dos usuários, análise sincrônica, estudo ergonômico, foi realizada uma entrevista como o Prof. Henrique Coutinho que é um usuário assíduo de bicicleta. No dia 14/06/2019 em relação a perguntas relacionadas ao aro mais utilizado, selim, guidão, marchas, equipamento para guardar objetos na bicicleta e materiais leves para projeto de um quadro, ele respondeu:

As bicicletas de uns 6 anos atrás colocaram o aro 29 que equivale o aro 700 da bicicleta de passeio, a diferença em relação a de aro 26 é a largura. A *mountain bike* é mais larga, sendo 650B que equivale a um aro de 27,5 uma opção intermediária. Para uma bicicleta urbana se recomenda o aro 29 que é o mais eficiente. A largura de pneu entre 1.3 e 1.9. Raio da roda, 32 e 36 raios da roda. Uma recomendação é uma roda de 32 raios atrás e 28 na frente.

O tamanho do quadro recomendado para a média da população é M e para usuários mais altos a L.

Selim muito largo e muito almofadado cria muito atrito, tem que ser macio e mais curto na largura.

O guidão de 72 a 74 cm dá um bom controle.

A troca de marcha deve ser um item obrigatório, sendo 7 marchas um número adequado.

Para carregar objetos como compras ou material é melhor uma bolsa em lugar de baú para diminuir o peso e estabilidade.

Material leve e resistente para o quadro pode ser a madeira cedro rosa e a kiri. (COUTINHO, 2019)

Além da conversa com o Prof. Henrique Coutinho, realizou-se também uma entrevista informal no dia 04/07/2019 com Guilherme, responsável pela área de bikes na loja Decathlon, localizada no bairro Saco Grande em Florianópolis. Durante a visita à loja foram observados inúmeros modelos, tanto de bikes de passeio, mountain bikes e bikes de ciclismo, além de serem realizadas perguntas ao vendedor para se analisar os perfis de bicicletas e acessórios mais vendidos. Primeiramente foi questionado a roda e os sistemas de freios mais vendidos e ele respondeu:

Atualmente as bicicletas de passeio e de cicloturismo estão vindo com aro 29, que aos poucos está tomando o lugar do aro 26. Porém, não há uma melhor ou pior. O aro 29 é maior e, pelo seu tamanho, rende mais na pedalada, além de passar por cima dos buracos sem o impacto que um aro 26 sofre. Já o aro 26 é um pouco menor e, apesar de render menos na distância do que um aro 29, ele proporciona uma pedalada mais leve. A escolha vai do gosto do ciclista, mas a princípio o aro 29 está tomando espaço.

Quanto ao sistema de freio, 70% das bikes da loja usam os freios V brake, inclusive as Rockrides, que é a marca própria da Decathlon e são fabricadas na França. Além do V brake, muitas bicicletas têm vindo com sistema de freio a disco, que é muito bom também e agrega valor no equipamento (GUILHERME, 2019).

Outros questionamentos feitos foram voltados ao tipo de guidão, itens obrigatórios de segurança e presença de suspensão em bikes de passeio, e ele respondeu:

Os guidões mais retos ou estilo drop bars são mais indicados para ciclismo e mountain bikes porque eles obrigam o ciclista a ficar em uma posição mais inclinada, o que aumenta o rendimento dele. Mas alguns ciclistas não curtem pedalar tão inclinados e acabam trocando o suporte do guidão. Já para uma bike de passeio, o guidão comum com a curvatura no meio é o mais indicado, já que a pedalada dele não exige tanta performance.

A gente até tem os itens de segurança para venda, mas apesar de serem obrigatórios, nem uma das bikes da loja vem com eles inclusos.

Quanto à suspensão, só é interessante se você pensa em pedalar em terrenos irregulares. Ela aguenta os trancos dos buracos para o ciclista não sentir tanto o impacto, o que é algo bom para um cara que pedala durante horas em uma trilha. Mas para a bike de passeio, que é utilizada geralmente em asfalto, não é um item tão necessário já que não tem os obstáculos que uma trilha apresenta, além de reduzir um pouco a velocidade da bicicleta (GUILHERME, 2019).

Por último, foi questionado sobre os selins e o fluxo de saída do suporte para bagagem:

Tem vários tipos de bancos, um para cada tipo de uso. Nas bikes de passeio é mais comum esses bancos um pouco mais estofados e sem esse ajuste ergonômico para o ciclista masculino. Mas, dependendo do quanto o cara usa a bike, muitos trocam o selim por outros menos encorpados e mais ergonômicos, isso vai da necessidade de cada usuário.

Já os bagageiros têm saído bastante desde o ano passado, já que teve um aumento de adeptos do cicloturismo e com a entrada de Balneário Camboriú no circuito ciclo turístico do Costão Verde e Mar. Muitos compram o bagageiro para poder colocar os alforjes duplos nele, já que permitem carregar um pouco mais de coisas.

Como síntese de todas as informações torna-se viável a definição dos requisitos necessários a uma boa solução para o projeto. Para isto, os requisitos são divididos em: obrigatórios, nos quais o requisito deverá ser atendido de maneira obrigatório, e desejável quando o requisito deverá ser atendido se possível. O Quadro 2 mostra os requisitos de projeto definidos.

Quadro 2 - Requisitos de projeto

	Requisitos	Objetivo	Justificativa	Categoria	Fonte
Estrutura	Materiais e acabamento	Quadro em madeira de alta resistência e durabilidade	Possibilidade de confeccionar com auxílio de tecnologias de fabricação digital; estética atrativa e resistência	Obrigatório	Pesquisas de profundidade e análise sincrônica
		Quadro confeccionado em tecido de fibra de vidro com resina	Boa resistência e leveza	Desejável	Pesquisas de profundidade e análise sincrônica
		Quadro confeccionado em tecido de fibra de carbono e resina	Maior resistência e leveza em comparação à fibra de vidro	Desejável	Pesquisas de profundidade e análise sincrônica
		Quadro composto de madeira e fibra de vidro	Aumento da relação entre resistência e durabilidade; Estética atrativa	Desejável	Pesquisas de profundidade e análise sincrônica
		Quadro composto de madeira e fibra carbono	Aumento da relação entre resistência e durabilidade comparado ao uso de fibra de vidro; Estética atrativa	Desejável	Pesquisas de profundidade e análise sincrônica
Quadro	Dimensões	Quadro com dimensões correspondentes ao tamanho UG (46 a 48 cm de altura)	Tamanho que melhor se adapta às dimensões corporais do usuário do protótipo (percentil 50)	Obrigatório	Ergonomia
	Formas e acabamento	Quadro com formas curvas e estruturas não tubulares	Diferenciação estética e aumento de resistência.	Obrigatório	Análise sincrônica e análise estrutural
Pneu	Dimensões	Pneu aro 29 com 32 raios na roda traseira e 28 na roda dianteira	Pneu mais utilizado atualmente em bicicletas de passeio, o que facilita e reduz os custos de sua troca.	Obrigatório	Entrevista com usuário
Selim	Sistema de regulagem	Canote que permita o ajuste de altura so selim	Melhor adaptação ergonômica do usuário.	Desejável	Ergonomia
	Formas, acabamento e conforto	Selim macio, curto e com vão central com valor de R\$ 50,00 a R\$ 200,00	Modelo mais adequado para bicicletas de passeio e usuários masculinos	Desejável	Entrevista com usuário; Ergonomia e pesquisa de mercado
Guidão	Posicionamento	Guidão com angulação entre 75° e 80°	Melhor adaptação esgonômica do usuário.	Obrigatório	Ergonomia
	Dimensões	Guidão entre 58 e 67cm	Tamanho padrão de guidão para bikes de passeio	Desejável	Ergonomia, pesquisa de mercado e análise estrutural
	Acessórios	Guidão multifuncional ou com acessório lateral (criffe)	Melhor adaptação ergonômica e possibilidade de diferentes tipos de pegas	Desejável	Ergonomia
Marchas	Sistema de regulagem	Possibilidade de troca de marcha (7 marchas ou mais)	Redução de esforço em diferentes tipos de terrenos	Desejável	Entrevista com usuário; análise estrutural e pesquisa de tecnologias
Legislação	Itens obrigatórios	Luzes de alerta, retrovisores, faixas refletoras e campainha	Itens de segurança obrigatórios	Desejável	Legislação CTB
Suspensão	Item opcional; conforto	Suspensão dianteira	Redução dos impactos no ciclista e no corpo da bicicleta quando utilizada em terrenos irregulares	Desejável	Pesquisas de profundidade e análise sincrônica e pesquisa de mercado
		Suspensão traseira	Maior dução dos impactos no ciclista e no corpo da bicicleta quando utilizada em terrenos irregulares	Desejável	Pesquisas de profundidade e análise sincrônica e pesquisa de mercado
Bagageiro	Acessórios	Baú ou bolsa para transporte de objetos com dimensão máxima de C410 x L260 x A240 mm	Versatilidade para o usuário	Desejável	Entrevista e observação de usuários; pesquisa de mercado
		Bagageiro removível para anexar o baú	Versatilidade para o usuário	Desejável	Entrevista e observação de usuários; pesquisa de mercado
Custos	Custos de produção	Custo de produção entre R\$ 900 e R\$ 1.200,00	Valor ideal para se obter uma boa margem de lucro já considerando os impostos	Desejável	Pesquisa com usuários e análise sincrônica
	Custo de mercado	Custo de mercado até R\$ 2.800,00	Valor ideal para se obter uma boa margem de lucro já considerando os impostos	Desejável	Pesquisa com usuários e análise sincrônica

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Definidos os requisitos de projeto, na próxima etapa se deu o início a fase criativa de Ideação, na qual foram geradas as alternativas para um novo produto que satisfaça nas necessidades e desejos do público.

3 FASE DE IDEACÃO

Após finalizar a fase de Imersão, com a definição dos requisitos de projeto, inicia-se o processo criativo, denominado na metodologia do Design Thinking como “Fase de Ideação” a qual tem como objetivo a geração e desenvolvimento de ideias.

Nesta fase foram utilizadas ferramentas e técnicas para estimular a criatividade, com o objetivo de gerar ideias inovadoras que serviram de base para o desenvolvimento de soluções que atendam às necessidades do público-alvo de acordo com o contexto estabelecido na fase de Imersão.

3.1 CONCEITOS

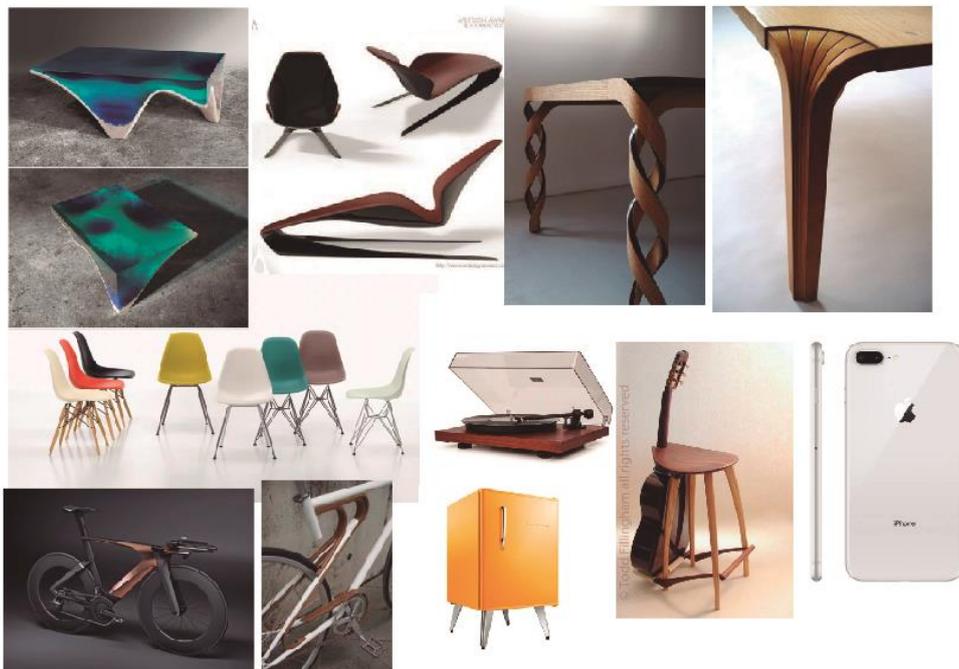
O conceito define os principais aspectos semânticos que o produto irá apresentar além de auxiliar na busca por referências visuais e, posteriormente, na geração de alternativas. Para iniciar a fase de ideação, foram concebidas quatro palavras chave que definem o conceito do produto, as quais irão direcionar a criação de painéis visuais que serviram de inspiração para a geração de alternativas. As palavras que definem o conceito são: **Resistente, autêntico e urbano.**

3.1.1 Painéis Visuais

A partir das pesquisas e análises das etapas anteriores foram desenvolvidos painéis semânticos que representam de forma visual o conceito do produto.

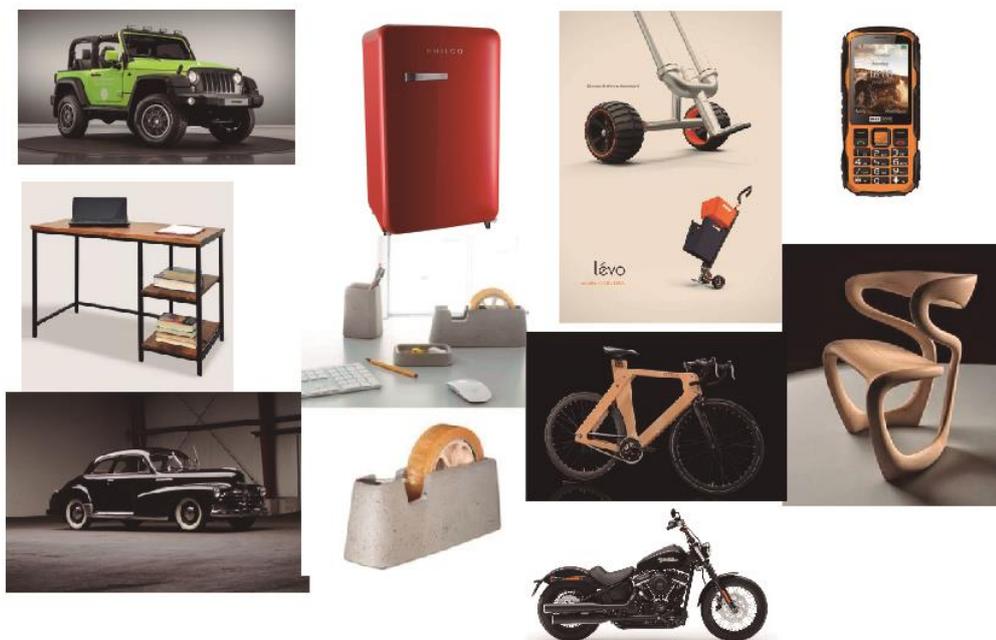
O desenvolvimento destes painéis é uma técnica que permite visualizar características semânticas e físicas que o novo produto deverá ter, além de auxiliar no processo criativo durante a geração de alternativas. Neste sentido, foram elaborados três painéis (um para cada conceito) os quais, segundo Baxter (2000), representam o significado e as emoções que o produto deverá transmitir à primeira vista. Além disso, estes painéis trazem produtos que representam tal conceito, tanto em formas, cores, texturas, materiais, etc. Tais painéis podem ser observados a seguir (Figura 88, Figura 89 e Figura 90)

Figura 88 - Painel Semântico Conceito Autêntico



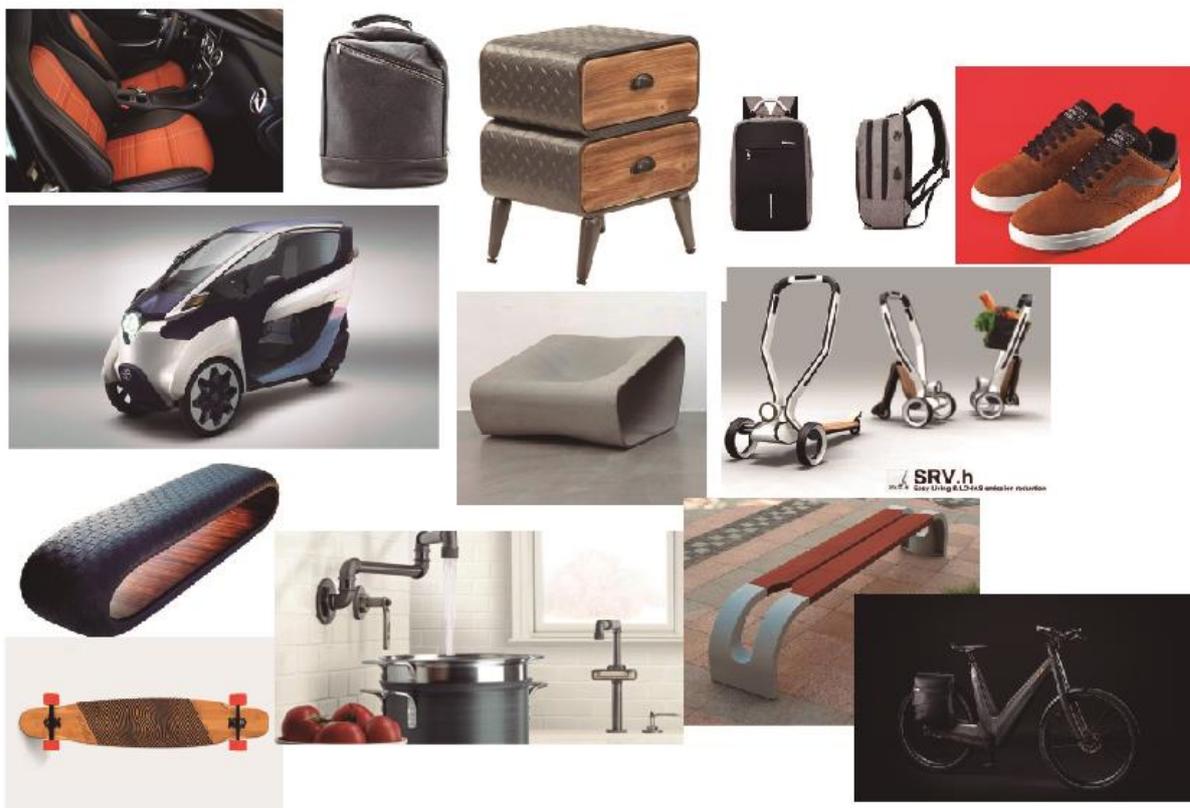
Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 89 - Painel Semântico Conceito Resistente



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 90 - Painel Semântico Conceito Urbano



Fonte: Desenvolvido pelo autor

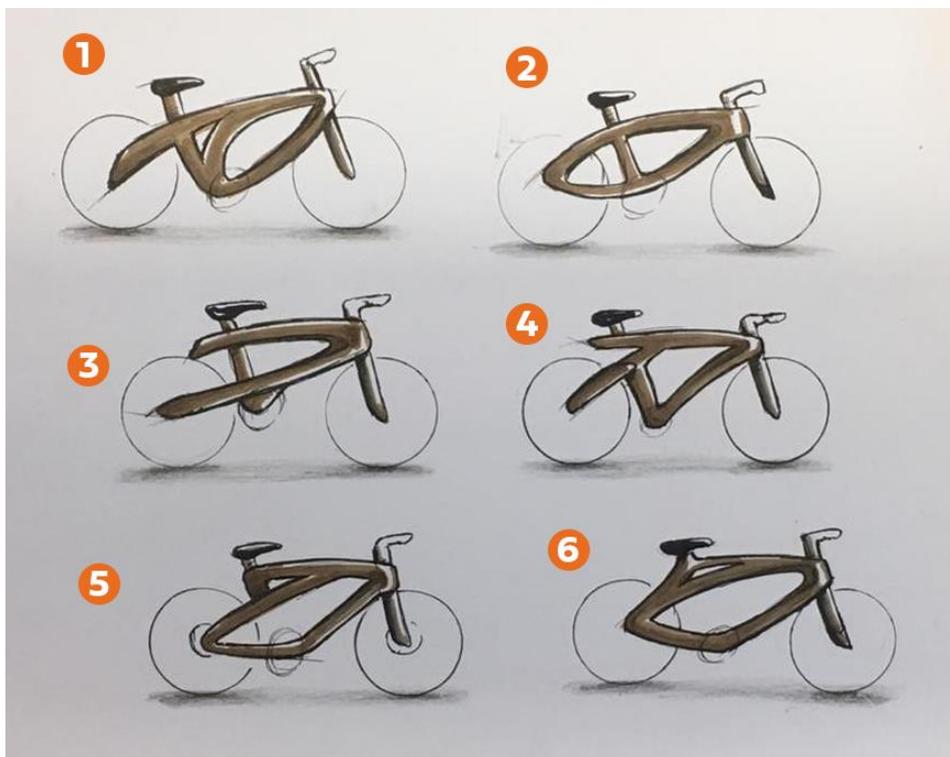
A seguir foram desenvolvidos os sketches das alternativas de quadros para a bicicleta com base nos requisitos e nos painéis de referência.

3.1.2 Geração de alternativas

Com base nas informações e necessidades levantadas nas etapas anteriores, iniciou-se a geração de alternativas. Esta etapa visa gerar soluções para a problematização do projeto, atendendo os requisitos e representando de forma visual os conceitos estabelecidos.

Tendo em vista a natureza semi-artesanal do projeto, bem como o material escolhido para a confecção do quadro, o foco para o desenvolvimento das alternativas voltou-se para as formas que do quadro que possibilitassem sua fabricação por meio de tecnologias digitais. Com isto em mente, foram desenvolvidas 12 alternativas, as quais podem ser visualizadas na Figura 91 e Figura 92.

Figura 91 - Geração de alternativas 1 a 6



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 92 - Geração de alternativas 7 a 12



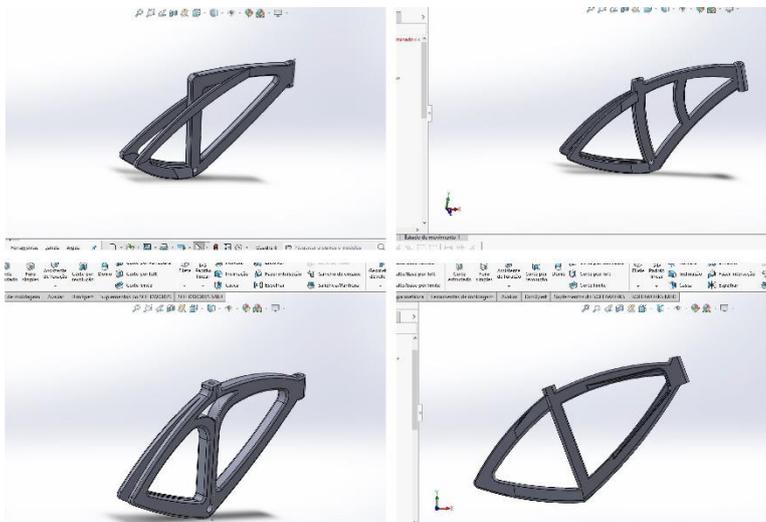
Fonte: Desenvolvido pelo autor

Após o desenvolvimento dos desenhos, realizou-se uma avaliação técnica das alternativas a fim de selecionar as opções mais apropriadas. Tal avaliação foi feita pelo Prof. Henrique Coutinho, o qual observou os elementos que compõem os quadros bem como suas formas e geometria.

Com esta avaliação prévia foram descartadas as alternativas 1, 3, 4, 8, 9, 11 e 12 pois, segundo ele, tais quadros não possuem o tubo superior em posição retilínea e/ou o suporte da corrente não possuem o suporte do canote para dar a devida sustentação, problemas estes que afetam diretamente a estabilidade e a estrutura da bike. Já as alternativas 2 e 7 possuem todos os elementos estruturais necessários para garantir a rigidez e, conseqüentemente, estabilidade. As alternativas 5 e 6 também foram selecionadas pois possuem pontos positivos, porém se torna necessária a inserção do tubo do selim, o qual deve ter o ângulo correto para garantir a ergonomia do equipamento. Por fim, também foi selecionada a alternativa 10, pois possui um detalhe estrutural positivo entre o tubo superior e o tubo interior.

Para seguir no processo de seleção, foram criados modelos 3D das alternativas no software SolidWorks (Figura 93), o que possibilitou uma melhor visualização. As modelagens foram feitas visando às correções sugeridas na avaliação prévia feita pelo prof. Henrique Coutinho, além de serem construídas com as angulações corretas e dimensões correspondentes a uma bicicleta tamanho L. Tendo em vista a semelhança estética e estrutural das alternativas 2 e 7, estas foram combinadas agregando detalhes de ambas, a fim de se obter um único quadro.

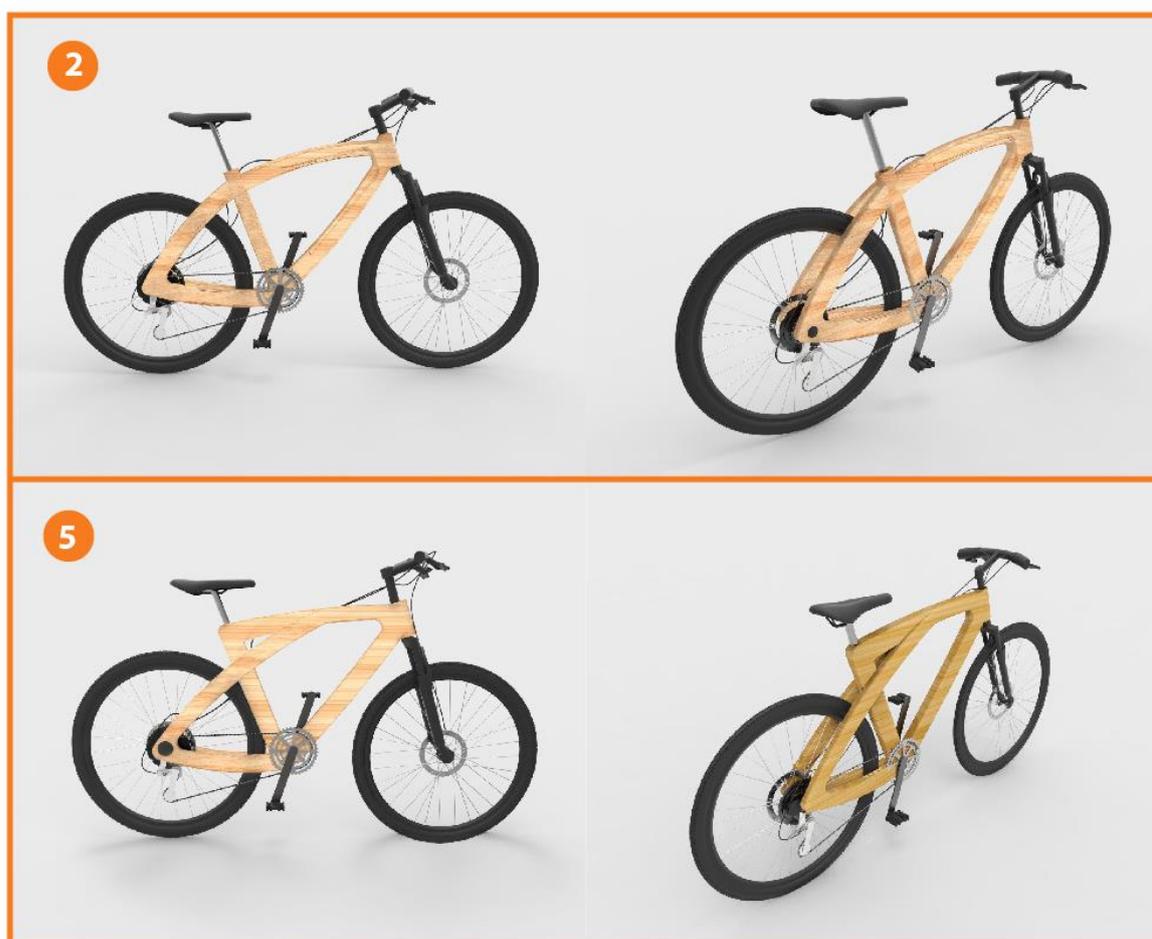
Figura 93 - Quadros modelados em SolidWorks



Fonte: Desenvolvido pelo autor

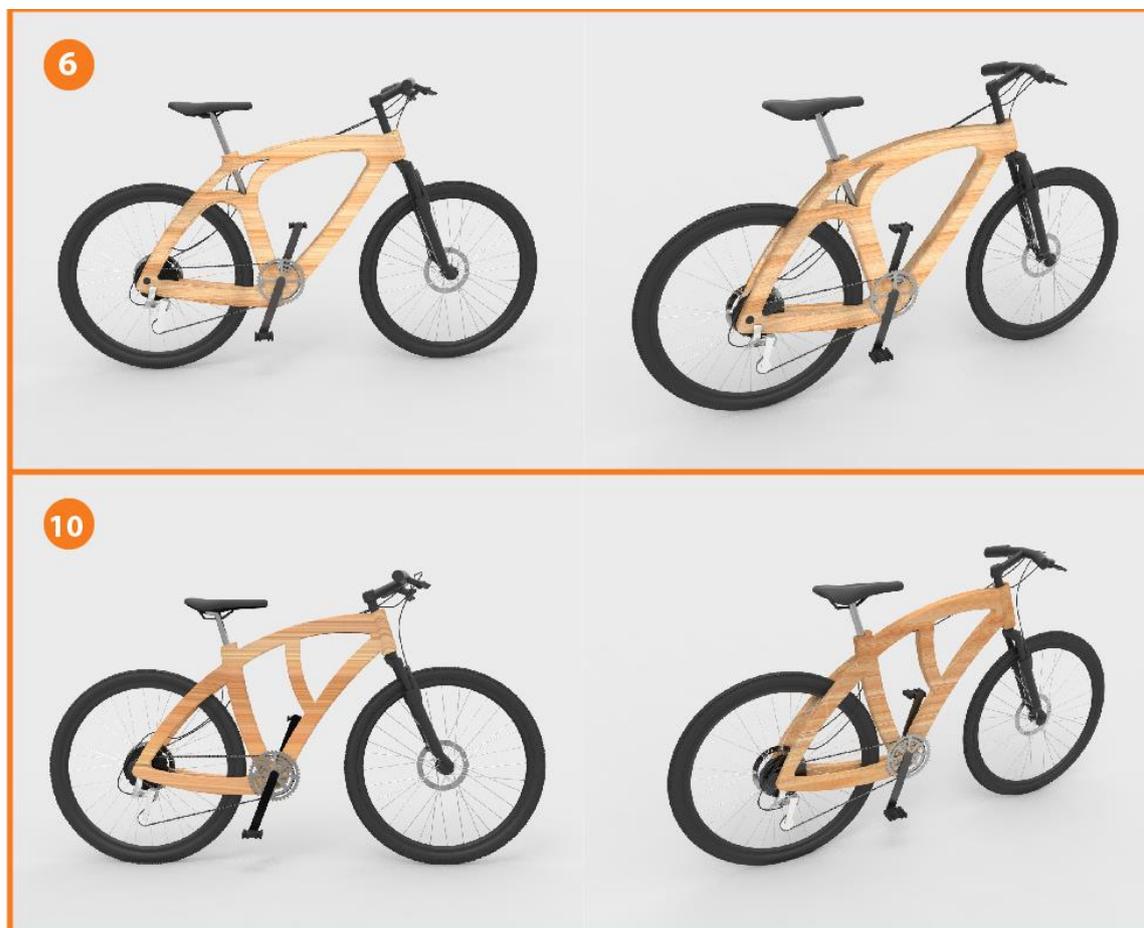
Por meio das modelagens 3D foi desenvolvido renderes das alternativas (Figura 94 e Figura 95), a partir dos quais se pôde prosseguir no processo de seleção. Para a elaboração dos renderes, foram inseridos na modelagem os demais itens que compõem a bike, a fim de se obter uma visualização mais próxima do real. Tais componentes foram extraídos de um arquivo 3D disposto no site Thingiverse, o que proporcionou uma visualização meramente ilustrativa, não sendo tais componentes utilizados no decorrer do projeto.

Figura 94 - Renderes das alternativas 2 e 5



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 95 - Renderes das alternativas 6 e 10



Fonte: Desenvolvido pelo autor

A partir dos refinamentos das alternativas e da padronização visual obtida através das modelagens e renderes, foi possível passar à fase de seleção da alternativa final.

3.1.3 Seleção da solução

Para definir qual das soluções geradas para o quadro melhor atendia aos requisitos e problemática do projeto, desenvolveu-se duas matrizes de decisão para comparar as alternativas e pontuá-las de acordo com os conceitos e requisitos de projeto. Na primeira matriz (Figura 96) foram inseridos os três conceitos que o produto deve possuir (autêntico, resistente e urbano). Já na segunda matriz (Figura 97) foram inseridos os principais requisitos de projeto a fim de utilizá-los como itens de avaliação.

Na Matriz de Decisão 1 os conceitos (definidos no tópico 3.1 deste trabalho) foram avaliados de acordo com uma pontuação estabelecida com os critérios: Não atende ao conceito, atende ao conceito, atende muito bem ao conceito, com pontuação 0, 1 e 2 respectivamente. Já na Nesta Matriz de Decisão, foram avaliadas as alternativas tendo em vista os requisitos de projeto (Quadro 2) de acordo com uma pontuação estabelecida com os critérios: requisito obrigatório não atende, atende, atende muito bem e requisito desejável não atende, atende e atende muito bem. Com a pontuação 0, 1, 2 e 0, 3, 4 respectivamente. As tabelas Tabela 3 e Tabela 4 explicam de forma visual estas pontuações.

Tabela 3 - Pontuação para Matriz de Decisão 1

	Não atende	Atende	Atende muito bem
Conceitos	0	1	2

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Tabela 4 - Pontuação para Matriz de Decisão 2

	Não atende	Atende	Atende muito bem
Requisito Obrigatório	0	3	4
Requisito não Obrigatório	0	1	2

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 96- Matriz de decisão conceitos

	 2	 5	 6	 10
Conceito Autêntico	1	2	2	1
Conceito Resistente	1	2	2	2
Conceito Urbano	2	2	1	1
TOTAL	4	6	3	4

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 97 - Matriz de decisão dos requisitos

	 2	 5	 6	 10
Quadro com dimensões correspondentes ao tamanho L	4	4	4	4
Quadro com formas curvas e estruturas não tubulares	4	3	4	4
TOTAL	8	7	8	8

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Após a avaliação dos conceitos e dos requisitos, somou-se o total das duas matrizes para obter o resultado final, o qual pode ser observado Figura 98.

Figura 98 - Somatória dos totais das Matrizes de Decisão

	 2	 5	 6	 10
TOTAL DAS MATRIZES	12	13	11	12

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Além dos resultados das matrizes que apontaram a alternativa 5 como mais adequada para solução do projeto, as imagens foram mostradas a 4 ciclistas que também apontaram a preferência pela alternativa 5 pois, em suas palavras, apontou uma estética mais atrativa e imponente que, ao mesmo tempo, transmite segurança e não foge dos padrões já conhecidos das bikes normais.

Com a seleção da alternativa 5 foi possível prosseguir para a fase de detalhamento do projeto e modelagem 3D.

3.1.4 Detalhamento dos componentes

Neste item são detalhados os materiais para confecção do quadro e os componentes da bicicleta.

3.1.4.1 Materiais para confecção do quadro

Apesar de o teste ter sido realizado com uma amostra de compensado comum de madeira de virola e tecido de fibra de vidro unidos com resina poliéster, para a produção real o material foi mudado para compensado naval de cedro com espessura de 4 milímetros, intercalado com lâminas de fibra de vidro de 300 gramas e unidas com resina epóxi.

Apesar de ser mais caro, o compensado naval de cedro é uma madeira mais nobre e resistente, além de suportar muito bem a umidade, o que amplia o valor e a qualidade do quadro. Além disso, a resina epóxi é um material mais nobre, não possui solvente e sua polimerização (cura) só ocorre quando os dois componentes (Resina Epóxi e Endurecedor) cada na sua proporção são misturados, a desvantagem além de custo maior é a necessidade de controlar a temperatura e umidade no processo de produção e necessidade de pós cura em estufa (o mais indicado). O uso de resina epóxi em superfícies, se bem executado, resulta em peças mais leves e rígidas. No caso da resina de poliéster ela continua curando (“secando”) ao longo do tempo, tendo mais chances de ter rachaduras e quebras, enquanto a resina epóxi uma vez curada e pós-curada mantém suas características físicas e químicas integrais (BLOG RIMAQ)

3.1.4.2 Tecnologia de fabricação

Tendo em vista a natureza do projeto, que se define pela confecção de um quadro de bicicleta desenvolvido por meio de tecnologia de fabricação digital, bem como a observação do processo de fabricação dos concorrentes, optou-se por trabalhar com o corte e usinagem em uma Router CNC.

Além de possuir dimensões maiores, o que facilita o processo de fabricação em pequena ou média escala, as peças usinadas em CNC, quando feitas com as ferramentas adequadas, apresentam um bom acabamento superficial além de apresentarem simetria idêntica ao modelo feito em um software 3D, agilizando posteriormente o processo de montagem e acabamento superficial.

3.1.4.3 Seleção das peças para confecção em escala real

Apesar do protótipo do projeto ser desenvolvido em escala 1:3, não apresentando de forma idêntica as peças que vão além do quadro, foram listados os demais componentes que possivelmente seriam utilizados em uma fabricação em escala de 1:1. Tal levantamento tem como objetivo direcionar certas medidas da modelagem, além de possibilitar uma estimativa do peso e do custo final da bicicleta, fatores estes que fazem parte dos requisitos do projeto além de serem determinantes para a viabilidade de fabricação e venda da bicicleta.

Os produtos foram definidos através de um orçamento online, levando-se em conta peso, custo, acabamento e indicações de sites especializados. Os componentes listados podem ser vistos abaixo nas Tabela 5 - Lista de componentes para bike em escala real e Tabela 6 - Lista de componentes para quadro em tamanho real 2.

Tabela 5 - Lista de componentes para bike em escala real

COMPONENTE	MARCA	DESCRIÇÃO	MATERIAL	PESO	CUSTO
GARFO 	KSW	Garfo de alumínio para aro 29 modelo KSW 6061 T6	Alumínio	540 gramas	R\$ 144,00
CUBOS 	Pirelli	Pneu Bicicleta 700 X 45 Pirelli Touring Serve Em Aro 29	Borracha	1 kg	R\$ 120,00
CASSETTE + CORRENTE 	Shimano	Kit Shimano Cassete K7 Cs Hg41 7v 11-28d + Corrente Hg40	—	312 gramas (par)	R\$ 105,00
FREIOS + ALAVANCAS 	Shimano	Par De Freio V Brake Shimano Deore Lx T660 + Alavancas Câmbio Shimano St-ef500	Alumínio	—	R\$ 198,00
MESA 	TSW	Mesa Avanço Suporte Guidão Bike Tsw 31.8 X 110mm Alumínio	Alumínio	—	R\$ 49,00
GUIDÃO 	Higone	Guidão Bicicleta Bike Alumínio 31,8 700mm Alto Curvo Higone	Alumínio	286 gramas	R\$ 44,70
MANOPLA 	KSW	Manopla Anatômica Bar End Apoio De Guidão P/ Bike Barend Tsw	Emborrachado	140 gramas	R\$ 58,80

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Tabela 6 - Lista de componentes para quadro em tamanho real 2

CANOTE		Eleven	Canote Selim Bike 30,9 X 350mm Eleven Alumínio Com Carrinho	Alumínio	280 gramas	R\$ 43,00
SELIM		Calypso	Selim Banco Bike Calypso Comfort Point Vazado Confortável Pr	couro sintético	390 gramas	R\$ 51,00
ABRACADEIRA DE SELIM		GTSM1	ABRACADEIRA PARA SELIM GTSM1 31.8 COM BLOCAGEM	Alumínio	—	R\$ 10,00
CÂMBIO TRASEIRO		Shimano	Cambio Traseiro Shimano Tourney Rd-y300 Parafuso 6/7v	Alumínio	256 gramas	R\$ 59,00
PEDIVELA		Shimano	Pedivela Em Alumínio Shimano Fc-y301 7/8 Velocidades	Alumínio	460 gramas	R\$ 74,00
PEDAL		GTS	Pedal Gts Plataforma Alumínio	Alumínio	349 gramas	R\$ 34,00
RODAS		VZAN	Par De Rodas Vzan Extreme 29 Gts M1	Alumínio	2,2 kg (Par)	R\$ 350,00
CABOS E CONDUTORES		—	Cabo De Aço Para Freio Bicicleta Longo 2500mm (2,5m) 2 Unid	Aço	50 gr	R\$ 20,00
MOVIMENTO CENTRAL		SHIMANO	Movimento Central Shimano Bb-un100 122,5mm	Aço	50 gr	R\$ 60,00
CORRENTE		SHIMANO	Corrente De Bike Shimano Cn-hg40 116 Elos 6/7/8 V C/n Fiscal	Aço	150 gr	R\$ 50,00
CAIXA DE DIREÇÃO		NECO	Caixa Direção Bicicleta Neco Tapered Megaover Semi-integrado	—	50 gr	R\$ 40,00

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Tendo como referência tal levantamento de peças, o peso total dos componentes para a confecção da bicicleta em tamanho real seria de aproximadamente 4,6 kg e o custo médio dos componentes ficaria em torno de R\$ 1304,00.

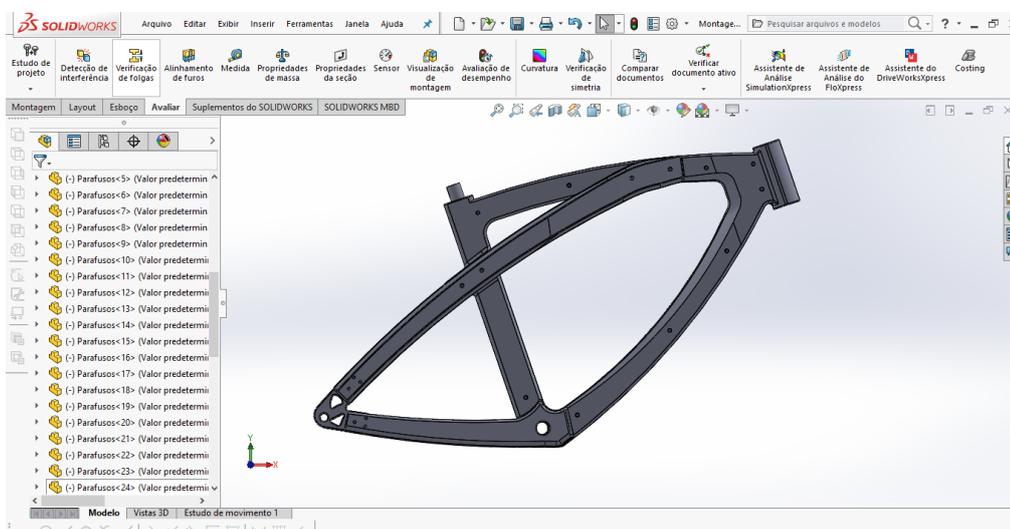
| PROTOTIPAÇÃO DO MODELO FINAL

Neste item é descrita a materialização do modelo final e os processos de prototipação.

3.2.1 Modelagem 3D

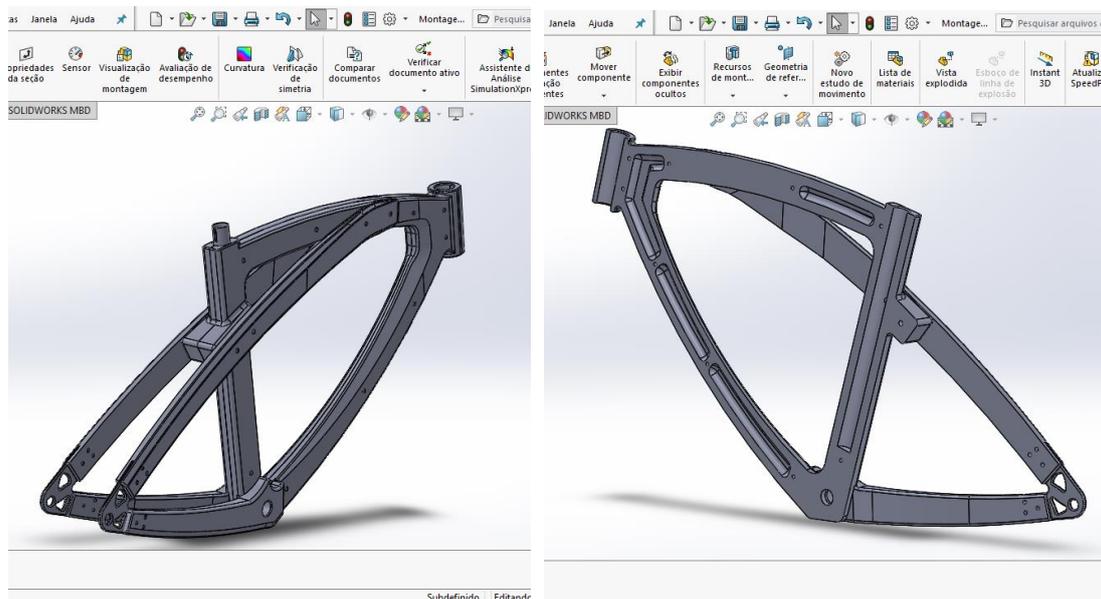
Para a modelagem 3D do quadro foi utilizado o *software Solid Works*. As Figuras a seguir mostram esta modelagem.

Figura 99 - Modelagem do quadro em *Solid Works*



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 100 - Modelagem 2 *Solid Works*



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Outros componentes como as rodas, pneu, eixos, garfo e cubos também foram modelados no *Solid Works*, como podem ser observados na figura.

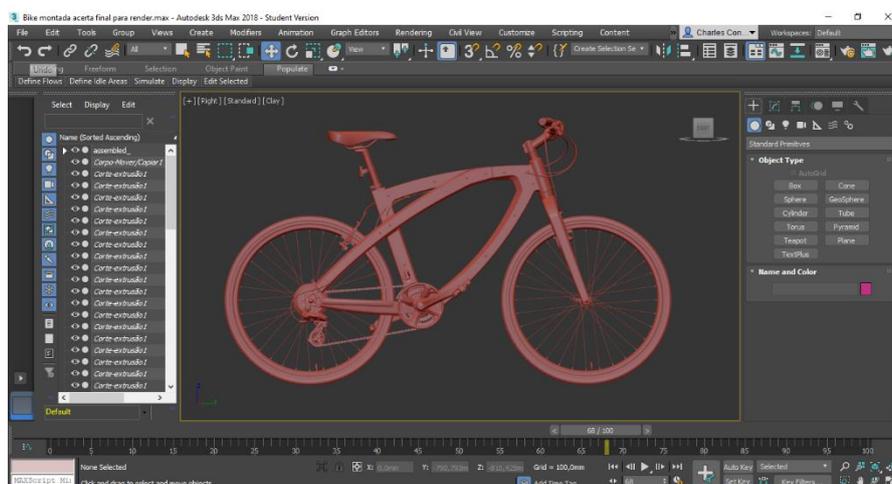
Figura 101 - Modelagem de componentes em *Solid Works*



Fonte: Desenvolvido pelo autor

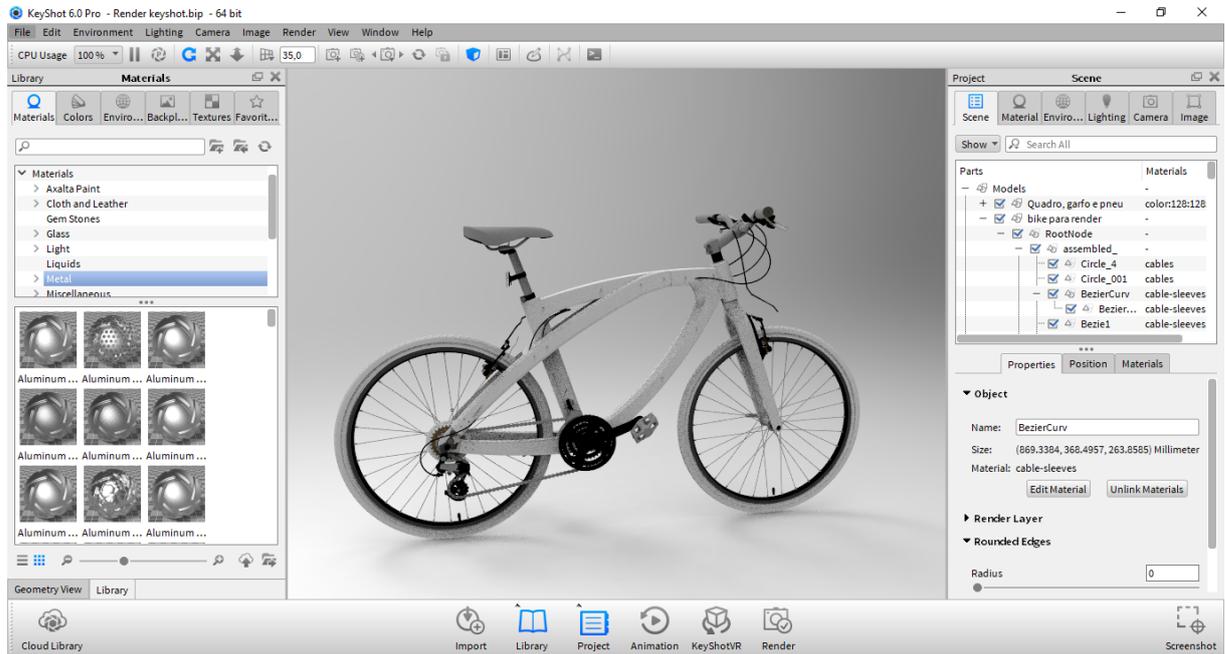
Por não serem o foco do desenvolvimento do projeto, os demais componentes foram modelados no *software 3Ds Max* levando-se em conta as formas e dimensões proporcionais aos itens em tamanho real. Por fim, para a criação dos renders, as peças foram unidas no *3Ds Max* (Figura 102) e passadas ao renderizador *Keyshot* (Figura 103).

Figura 102 - Modelo 3D no software *3D MAX*



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 103 - Modelagem 3D no Software Keyshot



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Através da modelagem 3D também foi possível obter um valor estimado do peso do quadro por meio de ferramentas de cálculos disponíveis no *Solid Works*. Com isto, constatou-se que o peso aproximado do quadro é de 2,3 kg que, somado os 6,6 kg do restante das peças, dá um total de 8,9 kg estando na média dos pesos das bicicletas de passeio.

3.2.2 Processo de usinagem

Apesar do protótipo final não ser confeccionado em escala real, elaborou-se a programação da usinagem das peças para Router CNC tendo em vista que a finalidade do presente trabalho se dá na possibilidade de confeccionar o quadro em tecnologia de fabricação digital.

Para a programação da usinagem foi utilizado o *software* de programação *3D Cut*. Para uma programação mais assertiva foram utilizados parâmetros de velocidades e ferramentas reais. Abaixo é possível observar a visualização no ambiente do *Software* de programação.

Figura 104 - Peças em software de usinagem



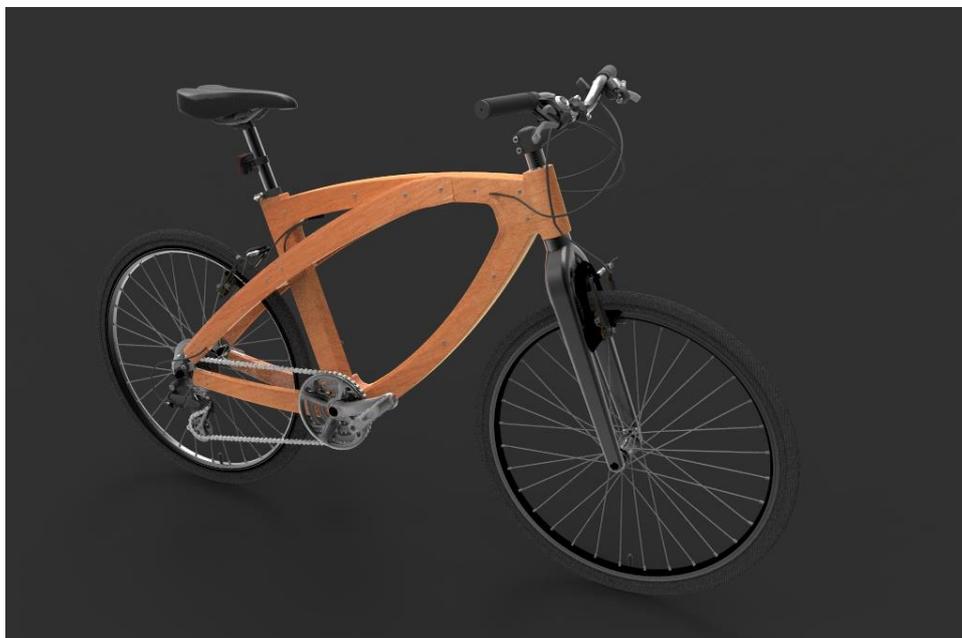
Fonte: Desenvolvido pelo autor

Para o processo de usinagem foi utilizada uma fresa End Mill de 10 mm para a usinagem inicial e uma fresa Ball Nose de 6 mm para o acabamento. Considerando os parâmetros médios para o processo de usinagem de madeira compensada, o processo completo foi estipulado em 5 horas e 20 minutos, tempo este que pode ser reduzido aumentando os parâmetros de velocidade de acordo com as condições da Router CNC a ser utilizada. Além disso, visando o melhor aproveitamento do material, a parte central do quadro foi cortada para ser usinada em duas partes.

3.2.3 Render

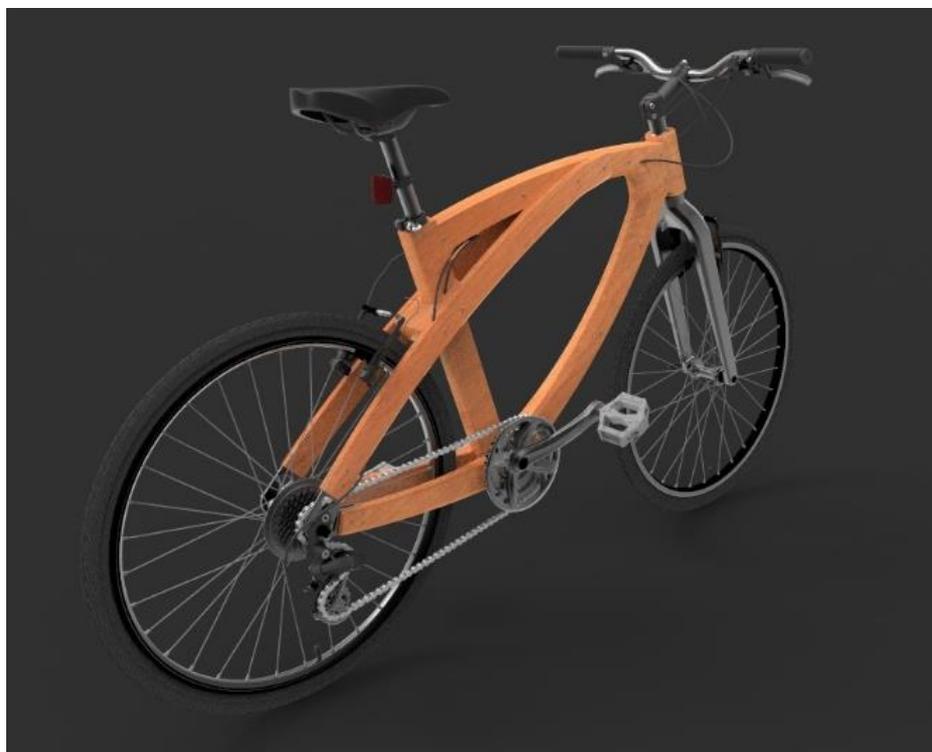
A partir das modelagens foram gerados alguns renderes para uma visualização prévia da bicicleta. Os renderes podem ser vistos nas figuras 105 a 108.

Figura 105 - Render bicicleta 1



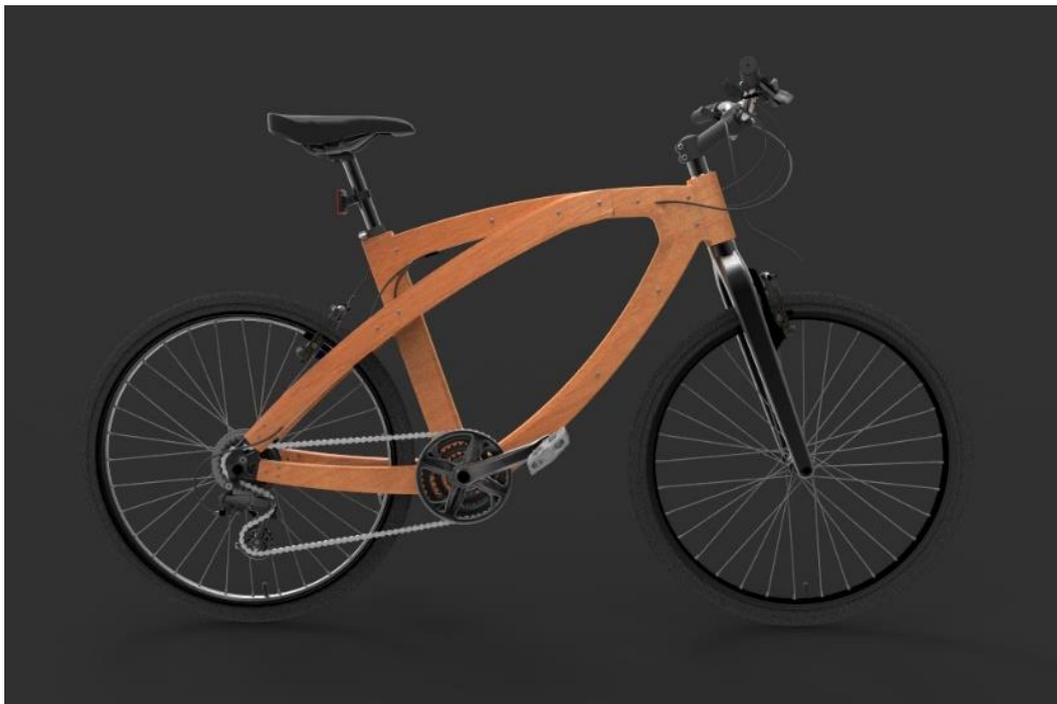
Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 106 - Render bicicleta 2



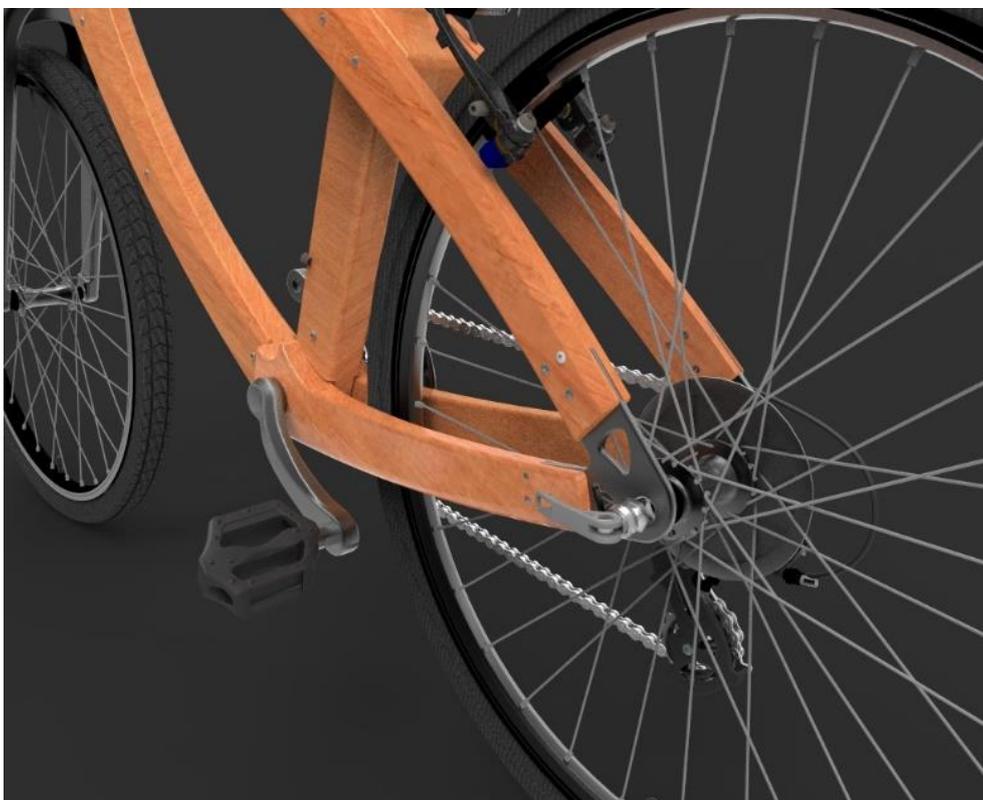
Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 107 - Render bicicleta 3



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 108 - Render bicicleta 4



Fonte: Desenvolvido pelo autor

3.2.4 Prototipação

As imagens do protótipo serão acrescentadas ao trabalho posteriormente.

| MEMORIAL DESCRITIVO

O objetivo deste memorial é descrever, de forma clara e objetiva, as características do produto final para que ele possa ser compreendido tanto pelos usuários quanto por quem irá produzi-lo. Segundo Pazmino (2013, p.266), “É um documento descritivo e explicativo das características do produto desenvolvido e do seu processo de fabricação.”.

O memorial representa então, de forma clara e breve, a síntese do produto final deste projeto. Ele foi desenvolvido por meio de textos, fotos e representações gráficas.

3.3.1 Conceito

O quadro de madeira traz como conceito os aspectos urbano, autêntico e resistente, sendo uma alternativa de design para aqueles que utilizam a bicicleta em seu cotidiano.

Como principais características o quadro de madeira proporciona ao usuário não só uma estética diferenciada, mas também o conforto, comodidade, segurança e agilidade de uma bicicleta para uso tanto como meio de transporte diário quando para passeios aos finais de semana.

3.3.2 Fator de uso

A bicicleta poderá ser usada como meio de transporte diário de curta e média distância. O quadro, quando somado aos demais componentes que compõem a bicicleta, possui um peso equivalente ao das bikes convencionais, o que proporciona uma boa pedalada sem perder a performance.

Além do aspecto de peso, as configurações do quadro mantêm as dimensões e angulações já estabelecidas e utilizadas nas bicicletas de mercado, o que permite o uso de acessórios e a mudança dos componentes.

3.3.3 Fator tecnológico

O fator tecnológico está fortemente presente no processo de construção e montagem do quadro, o qual é produzido a partir de tecnologia de fabricação digital sendo cortado e usinado em Router CNC. Além disso, o processo de preparação do material compósito que é utilizado em sua confecção, somados à configuração das partes que formam o quadro bem

como sua geometria, atribuem ao equipamento maior solidez e estabilidade, o que acarreta em mais segurança ao ciclista.

3.3.4 Fator Estético Simbólico

O formato levemente curvo do quadro, além de proporcionarem uma composição geométrica que amplia a resistência das partes, traz continuidade às linhas do produto gerando equilíbrio com os demais componentes. Além disso, o formato não tubular, os chanfros e os cantos arredondados destacam o padrão das lâminas do compensando, proporciona um estilo único ao produto, o que foge da ideia de produto totalmente natural e torna o quadro diferente dos demais concorrentes.

Além disso, quando composto com peças pretas, seja em fibra de carbono ou alumínio anodizado, o material e o design do quadro recebem um destaque ainda maior reforçando também o conceito urbano.

3.3.5 Fator Estrutural e Funcional

Para a execução do produto foi desenvolvido um material compósito de madeira de compensado, tecido de fibra de vidro e resina poliéster. Já os demais componentes sugeridos são de alumínio anodizado preto. No total o quadro é composto por 6 partes, as quais são usinadas frente e verso e unidas com o auxílio de resina epóxi e parafusos allen. A espessura do quadro varia entre 5 e 2,5 centímetros, já sua largura varia entre 6 e 3 centímetros. Apesar de possuir dimensões maiores do que as bicicletas feitas em aço carbono, a espessura do corpo do quadro transmite maior confiança e sensação de segurança ao usuário, porém mantém sua leveza devido ao seu interior oco.

3.3.6 Fator Comercial e de Marketing

A bicicleta com quadro de madeira poderá ser comercializada por meio de um site próprio, lojas online de bikes ou pelas redes sociais. Apesar de já possuir componentes em alumínio previamente definidos, o usuário poderá optar por uma configuração com peças em fibra de carbono, o que diminuirá o peso, influenciando na performance e no preço final.

O custo total de todos os componentes, matérias primas, hora de máquina e serviços de mão de obra ficou em aproximadamente R\$ 1750,00. Tal custo pode ser reduzido em uma confecção em pequena e média escala, já que todas as peças poderiam ser usinadas juntas e

em mais quantidades, otimizando a hora de trabalho da máquina. Desta forma, estimasse que o produto final pudesse ter um valor intermediário a dos concorrentes diretos.

4. CONCLUSÃO

Durante o processo de desenvolvimento deste trabalho, surgiram inúmeras informações importantes baseadas tanto em pesquisas feitas por instituições e profissionais renomados, quanto por percepções de usuários de bicicletas. Através das pesquisas e análises realizadas durante todo o processo, verificou-se o crescente uso das bicicletas como meio de transporte de inúmeras pessoas. Muitos se tornaram adeptos do novo hábito por questões ambientais, de saúde, praticidade ou agilidade, porém sempre apontando para uma alternativa eficaz para fugir do trânsito.

Embasado nos inúmeros dados de pesquisas de mobilidade urbana e de impacto ambiental envolvendo o uso dos automóveis, somado ao aumento do estímulo do uso das bicicletas e as tendências do processo de fabricação digital proporcionados pelos espaços makers, foi possível desenvolver uma solução de quadro passível de ser confeccionada em pequena e média escala, mantendo os elementos importantes para o uso do ciclista.

Como resultado, foi possível explorar um processo inovador desde a seleção do material quanto nas tecnologias utilizadas em seu processo fabril. Além disso, foi possível oferecer ao usuário um produto autêntico e uma nova experiência no uso da bicicleta através de um apelo estético e da praticidade oferecida pelo equipamento.

Como sugestão para projetos futuros, considerasse interessante a exploração de novos compósitos, substituindo o tecido de fibra de vidro por fibra de carbono, o que proporcionaria uma diminuição do peso, da espessura das peças usinadas e um aumento significativo da resistência do produto. Além disso, a otimização máxima do material também se torna sugestiva para uma produção em média escala, diminuindo o desperdício e otimizando o processo de usinagem.

Por fim, sugerem-se mais trabalhos que visem o desenvolvimento de formas alternativas de transporte para o meio urbano, incentivando a diminuição do uso dos carros e estimulando novos hábitos que influenciam na saúde individual e ambiental.

REFERÊNCIAS

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: Guia Prático para o design de novos produtos**. São Paulo, SP: Ed. Blucher, 2º Edição, 1998.

BRASIL. Lei n. 12.305/10, de 02 de agosto de 2010. Regula a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Brasília, 2010. Legislação Federal. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636> Acesso em: 04 fevereiro 2018.

CAPIVARA, Edu (Ed.). **QUADROS DE BICICLETA E SEUS FORMATOS**. Pedalaria.com. Disponível em: <<http://www.pedalaria.com.br/quadros-de-bicicleta-formatos/>>. Acesso em: 13 mai. 2019.

COMO fazer laminação a vácuo. [S.i.]: Canal Técnicas de Modelismo, 2018. (7 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-tfKofhDQHw>>. Acesso em: 100 jul. 2019.

COLEGROVE, T. Editorial board thoughts: libraries as makerspace? Information Technology and Libraries, Ann Arbor, v. 32, n. 1, p. 2-5, 2013.

DAVEE, S.; REGALLA, L.; CHANG, S. Makerspaces: highlights of select literature. [S. l.]: The Maker Education Initiative, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/VR9huu>>. Acesso em: 17 janeiro 2018.

NEGRÃO, João Henrique Jorge de Oliveira; BALSEIRO, Ana Maria Resende; FARIA, José Manuel Araújo de Amorim. **Uso de laminados de carbono para reforço e reabilitação de vigas de madeira**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010. 17 p.

FIBRA de Vidro - Como Laminar Sólidos - Resina Pigmentada. São Paulo: Advanced Vacuum Hi-tech Composites, 2015. (17 min.), son., color. Legendado. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Pv5x36ZXAlk>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

FUEGO, Jonny; AMES, Michael. **Cruisers**. [united States]: Gibbs Smith, 2009. 159 p.

TILLEY, Alvin R.; ASSOCIATES, Henry Dreifuss. **As medidas do homem e da mulher: Fatores Humanos em design**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 104 p. Tradução de: Alexandre Salvaterra.

PAZMINO, Ana Veronica. **Como se cria: 40 métodos de design de produtos**. Ed. Blucher. São Paulo, 2015.

SMITH, William; HASHEMI, Javad. **Fundamentos de engenharia e ciência dos materiais**. Editora AMGH: São Paulo, 2012.

TIERRA ECOLOGIA PRACTICA (Espanha). **Ergonomía en la bicicleta: la importancia de los componentes**. 2016. Disponível em: <<https://www.terra.org/categorias/articulos/ergonomia-en-la-bicicleta-la-importancia-de-los-componentes>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

VIANNA, Maurício et al. **Design Thinking: Inovações em Negócios**. Rio de Janeiro: Mjp Press, 2012. 162 p. 1 v.

MTB BRASÍLIA (Brasília). **Renovo Bicycles, as impressionantes bikes feitas em madeira**. 2013. Disponível em: <<https://www.mtbbrasil.com.br/2013/08/01/renovo-bicycles-as-impressionantes-bikes/>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

KOCH, Ron. **Feito de madeira e implorando para ser montado: a perseguição Renovo**. 2018. Bicycling.com. Disponível em: <<https://www.bicycling.com/bikes-gear/a20044180/renovo-pursuit-wood-road-bike-review/>>. Acesso em: 21 maio 2019.

TIPOS de Selim. Realização de Jamurbikes. Paraná: Canal Comofaz, 2015. (7 min.), P&B. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sM0xj5uibgA>

GODINHO, Renato Domith. **Como foi inventado o automóvel?:** Assim como o avião, ele tem diversos pais. 2011. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-foi-inventado-o-automovel/>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

TRACER, John. **Plano B: O design e as alternativas em um mundo completo** / Jonh Thackara; tradução Cristina Yamagami. – São Paulo: Saraiva. Versar, 2008

VAN HOLM, E. What are Makerspaces, Hackerspaces, and Fab Labs? SSRN Electronic Journal, Abingdon, p. 2-27, 2015. Disponível em: <https://goo.gl/ZdWgTP> Acesso em: 01 Abr 2019

DAVEE, S.; REGALLA, L.; CHANG, S. Makerspaces: highlights of select literature. [S. l.]: The Maker Education Initiative, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/VR9huu>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

FISHMAN, E.; WASHINGTON, S.; HAWORTH, N. Barriers and facilitators to public bicycle scheme use: A qualitative approach. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 15, n. 6, p. 686–698, nov. 2012.

FISHMAN, E.; WASHINGTON, S.; HAWORTH, N. Bike Share: A Synthesis of the Literature. **Transport Reviews**, v. 33, n. 2, p. 148–165, mar.

HERNANDO, Silvia. **A era do veganismo: o fim dos prazeres da carne.** El País, Revista Digital. São Paulo, 2018. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/29/eps/1548772174_224933.html. Acessado em: 18 de abril 2019.

MANFIOLETE, Leandro Dri; ÁGUIA, Carmen Maria. **La historia de la bicicleta y sus usos.** EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 18, N° 187, 2013.

Disponível em < <https://www.efdeportes.com/efd187/a-historia-da-bicicleta-e-de-seus-usos.htm>> . Acesso em: 10 de abril 2019.

MEDINA, H. V. de; GOMES, D. E. B. **A indústria automobilística projetando para a reciclagem.** 5º Congresso Nacional de P&D em Design realizado na Universidade de Brasília (UNB), 2002a. Acesso em: 02. Abr. 2019. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/346/1/sta-27.pdf>

PUPPO, Regiane Trevisan; CONSTANTINO, Charles Fernandes. **Maker Spaces e seus resíduos: uma preocupação para o futuro.** Florianópolis, 2018

ROSA, Elisa Silva. **A bicicleta como modo de transporte cotidiano na cidade contemporânea: análise de casos.** Dissertação (Mestrado), UFSC. Florianópolis, 2018.

Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/159654>

Acessado em: 18 de abril 2018.

ROSA, P. C.; BERNARDES, M. M. S.; BRUSCATO, U. M. Análise do perfil dos gestores de espaços makers profissionais na cidade de Porto Alegre. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 115-126, 2018. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v13i1.134484>

SANTOS, Adriane Shibata; Oliveira, Alfredo Jefferson. Oliveira, Therezinha Maria Novais. **Gestão do design e sustentabilidade: um modelo de diagnóstico e a indústria da mobilidade urbana.** Rio de Janeiro, 2011. Tese de Doutorado - Departamento de Artes, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

STACEY, M. The FAB LAB Network: A Global Platform for Digital Invention, Education and Entrepreneurship. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, Cambridge, MA, Vol. 9, No. 1-2: 221-238. Disponível em <https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/innov.a.00211> > Acesso 04 fevereiro 2018.

SIDWELLS, C. **Manual Completo de Bicicletas e Ciclismo.** Editora Civilização, 2003.

TOMELIN, Deise Albertazzi Gonçalves. **AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO EM SISTEMAS PRODUTO-SERVIÇO DE ALUGUEL DE BICICLETAS**. Tese (doutorado) UFSC, Florianópolis, 2017.

TUKKER, A. .; TISCHNER, U. . Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1552–1556, 2006.

VIANNA, Maurício et al. **Design Thinking: Inovações em Negócios**. Rio de Janeiro: Mjp Press, 2012. 162 p. 1 v.

WOMACK, Jones em **A máquina que mudou o mundo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus Ltda, 2004. Acesso em: 02 abr 2019. Disponível em www.estudantesdeadm.com.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. **Transporte Urbano, Espaço e Equidade: Análise das políticas públicas**. São Paulo: Annablume 2001.

APÊNDICE A – Perguntas do questionário da pesquisa

1. Sexo

- Masculino
- Feminino

2. Faixa etária

- 15 a 20 anos
- 21 a 30 anos
- 31 a 40 anos
- acima de 40 anos

3. Qual o tipo de transporte que utiliza diariamente?

- Bicicleta
- ônibus público
- A pé (mais de 500 metros)
- Automóvel (motorista)
- Táxi, úber, etc.
- Automóvel (Passageiro)
- Moto
- Ônibus fretado

4. Distância média percorrida diariamente (ida e volta)

- 1 a 3 km
- 3 a 6 km
- 7 a 10 km
- 10 a 13 km
- 13 a 16 km
- acima de 16 km

5. Há quanto tempo usa a bicicleta para deslocamento?

- Até 3 anos
- Entre 4 e 10 anos
- Mais de 10 anos

6. Quantos dias por semana costuma andar de bicicleta?

- Uma vez por semana
- Duas vezes por semana
- Três vezes por semana
- Quatro vezes por semana
- Cinco vezes por semana
- Todos os dias

7. Para quê você costuma utilizar a bicicleta?

- Para passeio
- Ir ao trabalho
- Ir à faculdade ou escola
- Prática de ciclismo
- Fazer trilas (mountain bike)

8. Qual sua renda média mensal?

- Até um salário mínimo
- Até dois salários mínimos
- Até três salários mínimos
- Até quatro salários mínimos
- Acima de quatro salários mínimos

9. Quais sensações positivas sente ao andar de bicicleta?

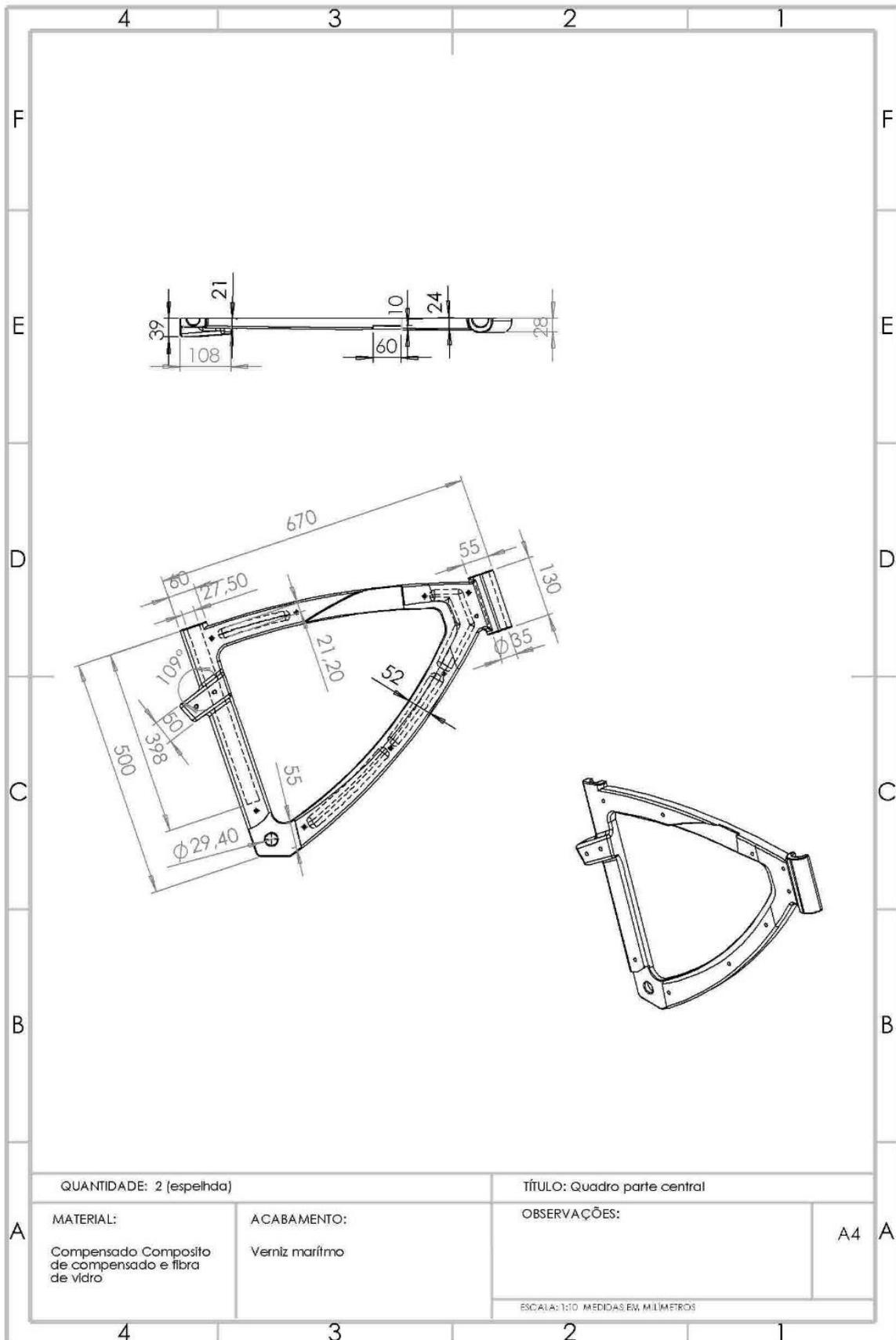
- Satisfação
- Prazer em transitar pela cidade
- Relaxamento
- Outros

10. Quais sensações negativas sente ao andar de bicicleta?

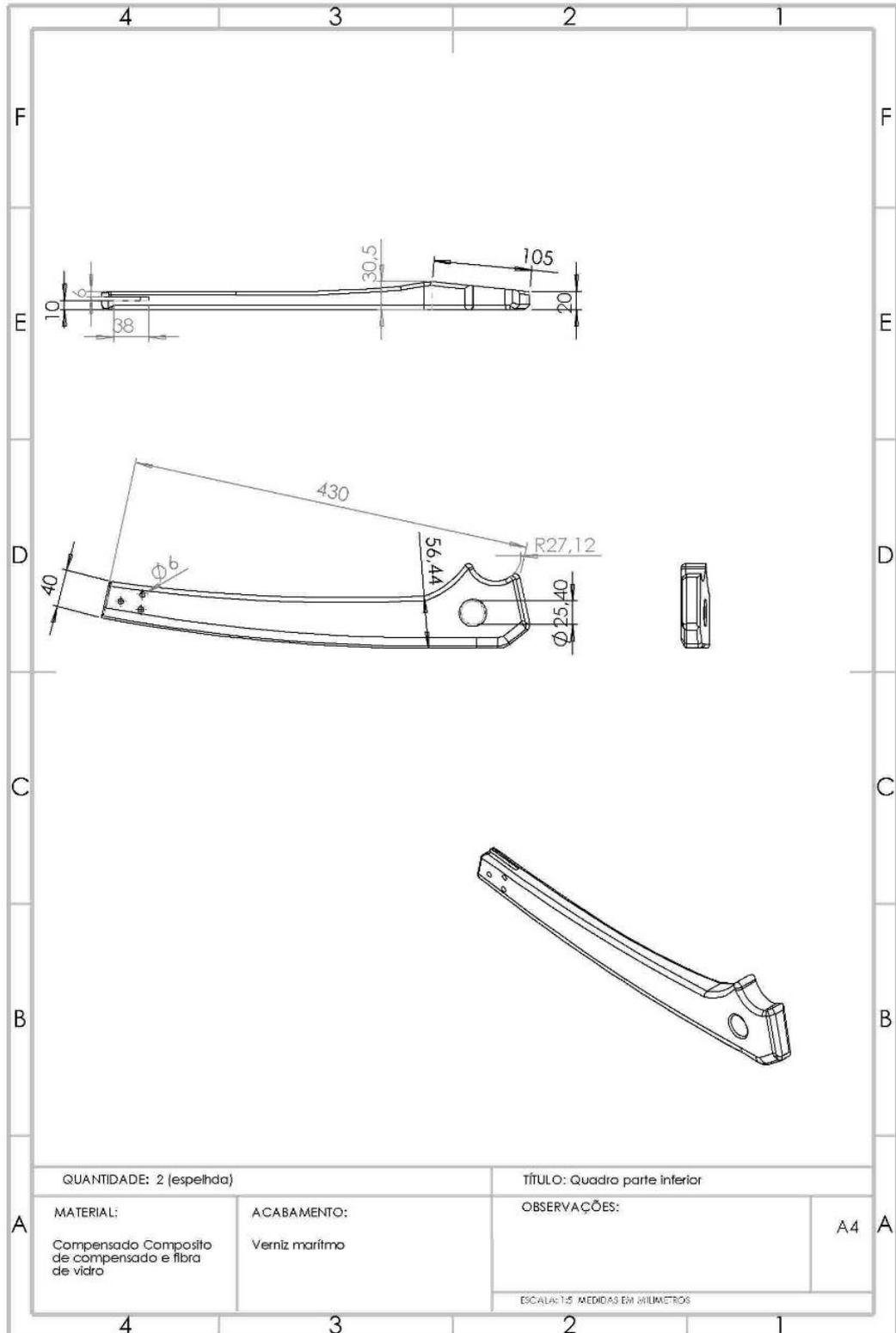
- Medo de acidente
- Insegurança
- Stress ou irritação
- Desconforto
- Medo de atrasar
- Outros

11. Você compraria uma bicicleta de madeira? Por quê?

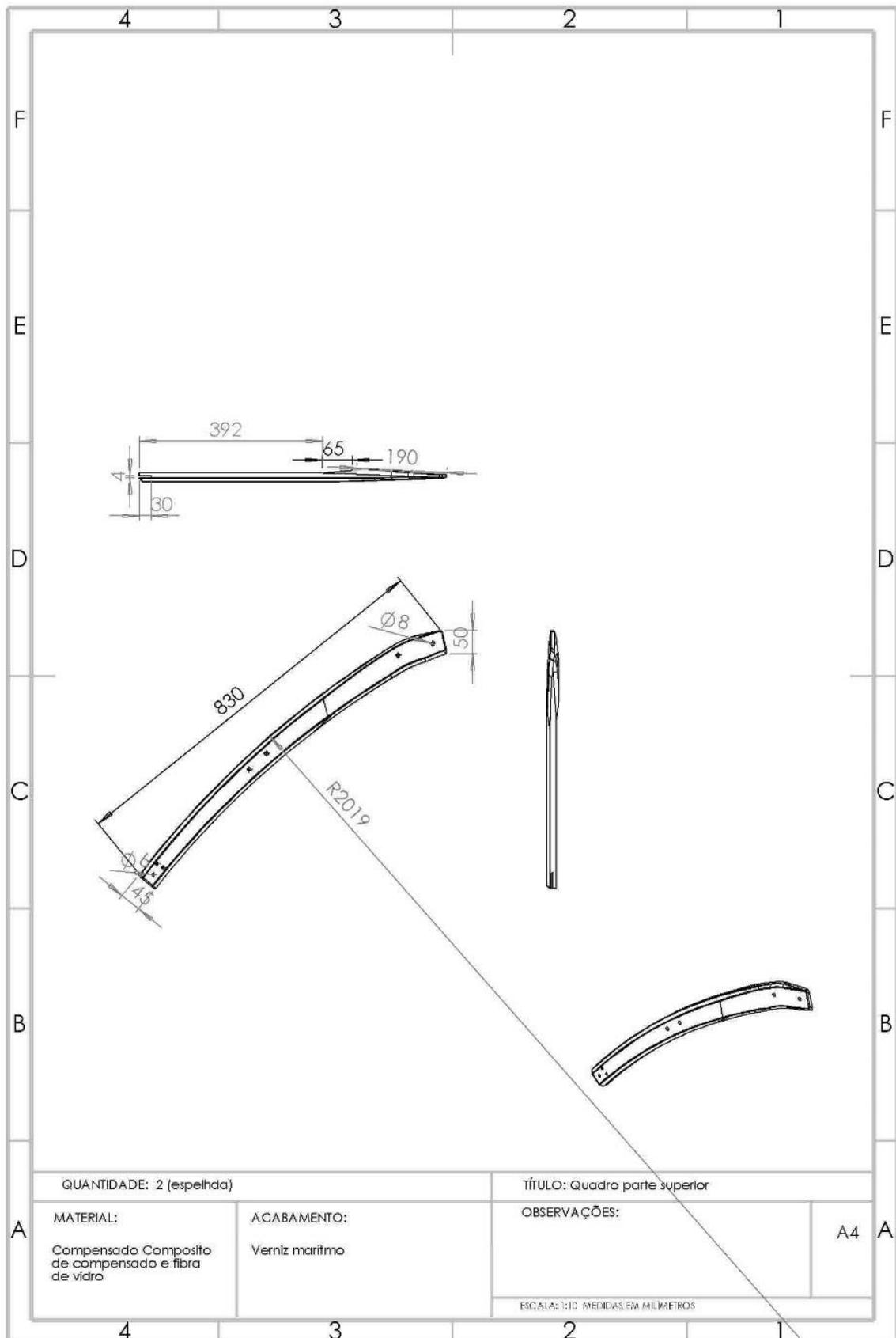
APÊNDICE B – Desenho técnico



APÊNDICE C – Desenho técnico



APÊNDICE D – Desenho técnico



ANEXO A – Norma Técnica



ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Casa Postal 1950
Rio de Janeiro - RJ
Tel: (PABX) (21) 210-3122
Fax: (21) 220-1162/220-6436
Endereço Telegráfico:
www.abnt.org.br

Copyright © 1997,
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

Licença de uso exclusivo para Petrobrás S/A
Cópia impressa pelo Sistema Target GENWeb

AGO 1997 | NBR 7190

Projeto de estruturas de madeira

Origem: Projeto NBR 7190:1996
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil
CE-02.003.10 - Comissão de Estudo de Estruturas de Madeira
NBR 7190 - Design of wooden structures
Descriptors: Wooden structure. Wood. Design
Esta Norma cancela e substitui a MB-26:1940 (NBR 6230)
Esta Norma substitui a NBR 7190:1982
Válida a partir de 29.09.1997

Palavras-chave: Estrutura de madeira. Madeira. Projeto | 107 páginas

B.7.3 Amostra

O tamanho da amostra e os critérios de extração dos corpos-de-prova devem ser os mesmos estabelecidos em B.2.

Os corpos de prova devem ser fabricados com o lado maior da seção transversal paralelo à direção radial, como indicado na figura B.3.

B.7.4 Procedimentos

Para o estudo da retratibilidade o corpo-de-prova deve conter umidade acima do ponto de saturação das fibras. Quando o teor de umidade for menor que o ponto de saturação das fibras, deve-se reumidificar o corpo-de-prova. Para isso, o corpo-de-prova deve ser colocado em um ambiente saturado, com temperatura de 20°C ± 5°C, até que a variação dimensional se estabilize em torno da diferença de 0,02 mm entre duas medidas sucessivas. A reumidificação do corpo-de-prova deve ser reportada no relatório técnico do ensaio.

Para o estudo do inchamento o corpo-de-prova deve estar seco. Normalmente se utiliza o mesmo tipo de corpo-de-prova empregado para o estudo da retratibilidade.

Determinar as distâncias entre os lados do corpo-de-prova durante os processos de secagem e de reumidificação, com precisão de 0,01 mm. As distâncias devem ser determinadas com pelo menos três medidas em cada lado do corpo-de-prova.

Os procedimentos de secagem do corpo-de-prova devem ser os mesmos previstos em B.5.4.

Os corpos-de-prova que apresentarem defeitos de secagem devem ser descartados;

Para o estudo da variabilidade volumétrica da madeira também pode ser utilizado o procedimento baseado na medida de volume do corpo-de-prova submerso em mercúrio. Para isso, o corpo-de-prova deve ter volume entre 4 cm³ e 16 cm³.

B.7.5 Apresentação dos resultados

Os resultados da variabilidade dimensional da madeira, determinados pelas expressões de B.7.2, devem ser analisados e apresentados na forma de valor médio, em relatório técnico especificado em B.4.

B.8 Compressão paralela às fibras

B.8.1 Objetivo

Determinação da resistência e da rigidez à compressão paralela às fibras da madeira de um lote considerado homogêneo.

B.8.2 Definições

A resistência à compressão paralela às fibras ($f_{c0,5}$ ou f_{c0}) é dada pela máxima tensão de compressão que pode atuar em um corpo-de-prova com seção transversal qua-

drada de 5,0 cm de lado e 15,0 cm de comprimento, sendo dada por:

$$f_{c0} = \frac{F_{c0,max}}{A}$$

onde:

$F_{c0,max}$ é a máxima força de compressão aplicada ao corpo-de-prova durante o ensaio, em newtons;

A é a área inicial da seção transversal comprimida, em metros quadrados;

f_{c0} é a resistência à compressão paralela às fibras, em megapascals.

O valor característico da resistência à compressão paralela às fibras $f_{c0,k}$ deve ser determinado pelo estimador dado em B.3.

A rigidez da madeira na direção paralela às fibras deve ser determinada por seu módulo de elasticidade, obtido do trecho linear do diagrama tensão x deformação específica, como indicado na figura B.4, sendo expresso em megapascals.

Para esta finalidade, o módulo de elasticidade deve ser determinado pela inclinação da reta secante à curva tensão x deformação, definida pelos pontos ($\sigma_{10\%}; \epsilon_{10\%}$) e ($\sigma_{50\%}; \epsilon_{50\%}$), correspondentes respectivamente a 10% e 50% da resistência à compressão paralela às fibras, medida no ensaio, sendo dado por:

$$E_{0,01} = \frac{\sigma_{50\%} - \sigma_{10\%}}{\epsilon_{50\%} - \epsilon_{10\%}}$$

onde:

$\sigma_{10\%}$ e $\sigma_{50\%}$ são as tensões de compressão correspondentes a 10% e 50% da resistência f_{c0} , representadas pelos pontos 71 e 85 do diagrama de carregamento (ver figura B.7);

$\epsilon_{10\%}$ e $\epsilon_{50\%}$ são as deformações específicas medidas no corpo-de-prova, correspondentes às tensões de $\sigma_{10\%}$ e $\sigma_{50\%}$.

B.8.3 Amostra

O tamanho da amostra e os critérios de extração dos corpos-de-prova devem ser os mesmos estabelecidos em B.2.

Os corpos-de-prova devem ter forma prismática com seção transversal quadrada de 5,0 cm de lado e comprimento de 15 cm, como representado na figura B.5.

Para a caracterização da resistência à compressão de um dado lote de peças delgadas, permite-se empregar corpos-de-prova com seção transversal quadrada, com lado igual à espessura do elemento delgado, com pelo menos 1,8 cm, e comprimento igual a três vezes o lado da seção transversal, ensaiando-se pelo menos 12 corpos-de-prova, extraídos aleatoriamente de 12 diferentes peças delgadas, de acordo com B.2.

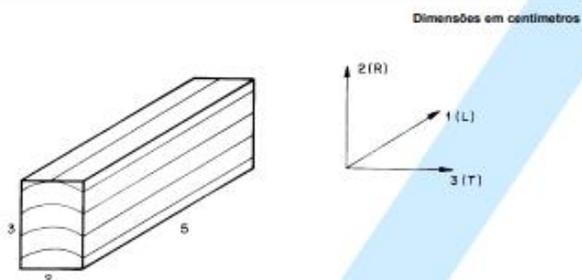


Figura B.3 - Corpo-de-prova e sistema de orientação para determinação das propriedades de retração e inchamento

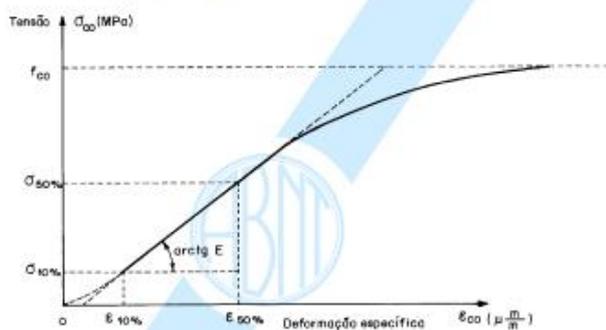


Figura B.4 - Diagrama tensão x deformação específica para determinação da rigidez à compressão paralela às fibras

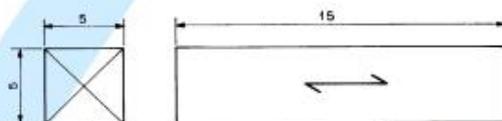


Figura B.5 - Corpo-de-prova para ensaio de compressão paralela às fibras

B.8.4 Procedimento

Para a determinação das propriedades de resistência e de rigidez, as medidas dos lados do corpo-de-prova devem ser feitas com exatidão de 0,1 mm.

Para a determinação do módulo de elasticidade devem ser feitas medidas de deformações em pelo menos duas faces opostas do corpo-de-prova.

Para determinação do módulo de elasticidade podem ser utilizados relógios comparadores, com precisão de 0,001 mm, fixados por meio de duas cantoneiras metálicas pregadas no corpo-de-prova, com distância nominal de 10 cm entre as duas linhas de pregação (ver figura B.6).

As medidas das deformações específicas devem ser feitas com extensômetros com exatidão mínima de 50 μm/m.