



FACULDADE DE DESIGN

EVERTON LIMA ZOMER

MESA DE DESENHO PARA ESPAÇOS REDUZIDOS

Porto Alegre

2012

EVERTON LIMA ZOMER

MESA DE DESENHO PARA ESPAÇOS REDUZIDOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Design do Centro Universitário Ritter dos Reis, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Design.

Orientador. Prof. Mauro Martin

Porto Alegre

2012

RESUMO

No presente trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica a fim de projetar uma mesa de desenho para espaços reduzidos, que atenda aos requisitos ergonômicos e produza o mínimo de danos ao meio ambiente, tudo com o uso da Metodologia Experimental de Gui Bonsiepe (1986).

Palavra-chave: Mesa de desenho, Ergonomia, Espaços Reduzidos.

ABSTRACT

In the present work we conducted a literature review to design a drawing table for limited spaces, which fulfills the ergonomic requirements and produce minimal damage to the environment, all using the Experimental Methodology of Bonsiepe Gui (1986).

Keywords: Drawing table, Ergonomics, Limited spaces.

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Histórico das ofertas de imóveis novos por área privada	12
Figura 2: Medidas corporais usadas em projetos.....	16
Figura 3: Medidas antropométricas do homem adulto.	17
Figura 4: Medidas antropométricas da mulher adulta.	18
Figura 5: Exemplo de um uso de medidas mínimas e máximas.	19
Figura 6: Alcances em uma superfície de trabalho.	22
Figura 7: Produção anual de material no mundo.....	25
Figura 8: Gasto de energia entre as fases do sistema dos produtos	27
Figura 9: Preço relativo aproximado por toneladas.	31
Figura 10: Propriedades intrínsecas e atribuídas	32
Figura 11: Tipos de propriedades de materiais	33
Figura 12: Gráfico sobre a maciez e dureza dos materiais.	34
Figura 13: Valores de tenacidade e tenacidade à fratura.....	36
Figura 14: Atrito ocorrente entre combinações de materiais.	37
Figura 15: Tendência à oxidação dos materiais.....	38
Figura 16: Classificação dos termoplásticos.	40
Figura 17: Classificação dos termofixos e média de custo.....	42
Figura 18: Mesa Trident Estudante	47
Figura 19: Mesa Trident Tub 14G	48
Figura 20: Mesa trident Tub 13G.....	48
Figura 21: Trident Tub 10G	49
Figura 22: Mesa Trident CV 01	49
Figura 23: Mesa Trident CV 03	50
Figura 24: Mesa Trident CV 03	51
Figura 25: Mesa Trident CV 04	51
Figura 26: Bandeja articulada Trident	52
Figura 27: Análise estrutural e funcional, frente.	53
Figura 28: Análise estrutural e funcional, costas.	54
Figura 29: Sequência de uso.....	55
Figura 30: Primeiras alternativas.....	57
Figura 31: Geração de alternativa: Sistema de suporte	58
Figura 32: Suporte para TV	58
Figura 33: Geração de alternativa_Perfil mesa	59
Figura 34: Fita Led	60

Figura 35: Geração de alternativa_ molduras e detalhamento sistema	60
Figura 36: Modelo 3d aberto	61
Figura 37: Modelo 3d fechado.....	62
Figura 38: mockup de papel para pensar.....	63
Figura 39: Geração de alternativa: sistemas de fixação e inclinação.....	64
Figura 40: mockup escala 1:1	66
Figura 41: Mesa com luz desligada.....	67
Figura 42: Mesa com LEDs ligados.....	68
Figura 43: Costas da mesa.	68
Figura 44: Mesa em posição de uso.	69
Figura 45: Mesa explodida.	70
Figura 46: Perfil da mesa.	71
Figura 47: Sistema aberto com legendas.....	71
Figura 48: Sistema de articulações fechado.....	72
Figura 49: Projeto quando não está em uso.	72
Figura 50: Detalhe do interruptor.....	73
Figura 51: Mesa com banqueteta.....	74
Figura 52: Mesa com banqueteta vista de baixo.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Taxonomia dos problemas.....	47
Tabela 2: Análise denotativa.....	48
Tabela 3: Lista de requisitos.....	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 TEMA	11
3 PROBLEMA	11
4 JUSTIFICATIVA	11
5 OBJETIVOS	13
5.1 OBJETIVO GERAL	13
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
6 ASPECTOS METODOLÓGICOS	14
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
7.1 ERGONOMIA E MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS PARA UMA MESA DE DESENHO	15
7.1.1 Iluminação	23
7.2 PROJETO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS	23
7.2.1 Minimização e escolha dos recursos e processos	25
7.2.2 Serviços para otimização	27
7.2.3 Extensão da vida útil dos materiais	29
7.3 MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES	30
7.3.1 Propriedade dos materiais	32
7.3.2 Polímeros	38
7.3.3 Vidros	43
7.3.4 Naturais	43
8 DESENVOLVIMENTO	45
8.1 PROBLEMATIZAÇÃO	45
8.2.1 Análise Denotativa	46
8.2.2 Análise Sincrônica	47
8.2.3 Funcional/Estrutural	53
8.2.4 Análise de Uso	54
8.3 LISTA DE REQUISITOS	56
8.4 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	56
8.5 PROJETO	65
8.5.1 Resultados	67

8.5.2 Detalhamento	70
8.5.3 Materiais e processos de produção.....	75
9 CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS.....	78

1 INTRODUÇÃO

O objetivo desse trabalho é projetar e produzir uma mesa de desenho para que seja usada por aqueles profissionais que não dispõem de muito espaço em seus ambientes de trabalho, ou mesmo para estudantes que não tem espaço em casa para uma mesa de desenho. Essas pessoas muitas vezes se sentem desestimuladas a desenhar no velho e bom papel pelo fato de não dispor de espaço para uma mesa apropriada para essa necessidade. O trabalho se divide em três partes: os aspectos metodológicos, a fundamentação teórica e o projeto em si, junto com todas suas etapas.

A primeira etapa corresponde aos Aspectos metodológicos, esclarecendo a metodologia utilizada, Metodologia Experimenta de Bonsiepe (1986), que serviu de base para o desenvolvimento do projeto e na produção do artefato.

Na segunda etapa, representado pela Fundamentação Teórica. São relatados com auxílio de revisão de literatura princípios ergonômicos para o uso adequado de mesas e das distâncias recomendadas em um posto de trabalho. Também são conceituados requisitos para um projeto sustentável, pensando no ciclo onde o artefato estará inserido. Por último é feita uma análise dos possíveis materiais que irão integrar esse produto, comparando atributos desses materiais para que assim aqueles que melhor se encaixam sejam utilizados no projeto.

Na terceira etapa, são apresentadas todas as etapas projetuais de Bonsiepe (1986) que foram utilizadas pelo autor durante o desenvolvimento deste trabalho.

2 TEMA

Mesa de desenho para espaços reduzidos

3 PROBLEMA

Como podemos ter uma mesa de desenho que não ocupe espaço quando não está sendo utilizada?

4 JUSTIFICATIVA

A cada ano a população mundial aumenta, seja por causa das baixas taxas de mortalidade infantil ou por causa da nossa longevidade, cada vez maior devido aos avanços da medicina moderna. Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), o contingente populacional do planeta atingirá a marca de 9 bilhões de habitantes em 2050, ou seja, um acréscimo de aproximadamente 2 milhões de habitantes, o que acarretará, em uma redução dos espaços urbanos.

O processo de urbanização brasileiro, na segunda metade do século XX, conduziu à formação de 12 regiões metropolitanas e 37 aglomerações urbanas não metropolitanas, que concentram 47% da população do país. Nas 12 áreas metropolitanas, residem 33,6% da população brasileira (52,7 milhões de habitantes), em extensos conglomerados que envolvem 200 municípios (Ipea/Unicamp-IE-Nesur/IBGE, 1999).

Em Porto alegre entre o período de 2010 a 2011 houve um acréscimo de 5,13% de imóveis residenciais comercializados para aluguel, e de 8,78% de imóveis comerciais (SECOVI/RS-AGADEM, 2011).

As áreas totais comercializadas de todos os tipos (residenciais, comerciais, serviços entre outros) caíram de 1.230.790m² em 2010 para 1.006.382m² em 2011 (SECOVI/RS-AGADEM, 2011).

Segunda a vistoria da prefeitura desses imóveis, podemos ver na tabela essa diminuição de espaços residenciais e comerciais desde 2008.

Figura 1: Histórico das ofertas de imóveis novos por área privada

Área Privativa	2008		2009		2010		2011	
	Unidades	%	Unidades	%	Unidades	%	Unidades	%
até 45m ²	1.035	15,67	1.280	20,40	1.118	19,69	917	13,95
+ de 45 até 60m ²	477	7,22	1.076	17,15	1.005	17,70	1.636	24,89
+ de 60 até 80m ²	2.220	33,61	1.594	25,41	1.616	28,46	2.015	30,66
+ de 80 até 100m ²	847	12,82	854	13,61	734	12,92	933	14,19
+ de 100 até 120m ²	569	8,61	482	7,68	348	6,13	296	4,50
+ de 120 até 150m ²	401	6,07	328	5,23	331	5,83	302	4,59
+ de 150 até 200m ²	619	9,37	399	6,36	296	5,21	214	3,26
+ de 200 até 250m ²	184	2,79	124	1,98	60	1,06	102	1,55
+ de 250 até 300m ²	69	1,04	48	0,77	45	0,79	40	0,61
+ de 300 até 400m ²	57	0,86	54	0,86	51	0,90	50	0,76
+ de 400 até 500m ²	18	0,27	9	0,14	25	0,44	20	0,30
+ de 500m ²	8	0,12	6	0,10	6	0,11	8	0,12
Não Informado m ²	101	1,53	20	0,32	44	0,77	40	0,61
Total	6.605	100,00	6.274	100,00	5.679	100,00	6.573	100,00

Fonte: DEE Sinduscon-Rs. Disponível: (<http://www.sinduscon-rs.com.br>)

Acessado em 25 de março, 2012.

Pode-se observar na tabela que ao decorrer dos anos a taxa de compra de imóveis com mais de 100m² tem caído consideravelmente, subindo as compras de imóveis com menor espaço, seja residencial ou comercial. Essa procura por imóveis menores é um fenômeno que já vem ocorrendo a um tempo, já que cada vez mais a população das metrópoles cresce e dispomos de menos espaço útil para residir ou trabalhar.

Tanto em espaços comerciais como em residenciais, as mesas de desenho que temos hoje no mercado em geral são robustas e ocupam um espaço precioso dentro de salas ou escritórios, medindo em média 80cmx100cm e geralmente sem nenhuma forma de ser dobrada para quando não está em uso.

Por falta de espaço muitos profissionais e estudantes optam por não ter uma mesa de desenho apropriada para suas tarefas, às vezes tendo que utilizar de mesas comuns ou a mesa do próprio computador, onde a ergonomia da tarefa é quase nula, podendo causar dores e problemas futuros. O ato de desenhar acaba sofrendo uma desestimulação pela falta de um artefato que auxilie na execução dessa tarefa, mesmo o desenho sendo uma poderosa ferramenta para esses profissionais e estudantes.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma mesa de desenho para atender as necessidades de pessoas com espaço reduzido.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar os estudos ergonômicos necessários para o desenvolvimento do projeto;
- Estudar metodologias para projetos sustentáveis;
- Pesquisar/identificar possíveis materiais para a produção do produto;
- Projetar e produzir uma mesa de desenho para espaços reduzidos.

6 ASPECTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho é organizado em duas grandes etapas: revisão teórica e desenvolvimento projetual do produto.

A primeira etapa tem por meta adquirir conhecimentos nas áreas da ciência, por meio de conceitos, leis e teorias. Esta pesquisa visa à produção de conhecimento científico por meio de coleta, tratamento, análise e a interpretação de dados em livros, artigos e outros materiais publicados no meio acadêmico, de forma qualitativa, ou seja, teremos aqui uma pesquisa bibliográfica.

A Segunda etapa trata-se em desenvolver o produto, a partir da metodologia projetual de Bonsiepe (1986). O autor em seu livro Metodologia Experimental: Desenho Industrial sugere que a metodologia é classificada em: Problematização, Análise, Definição do Problema, Anteprojeto/Geração de Alternativa e Projeto.

Segundo Bonsiepe (1986) a problematização se caracteriza pela definição de o que vai ser desenvolvido, o porquê deve ser desenvolvido e por final, como ele será desenvolvido. Nas análises são feitas todos os tipos de estudos sobre o artefato em questão e sobre o ambiente mercadológico que ele está inserido, após esses estudos estamos aptos à definirmos o problema com uma melhor precisão. É na etapa de anteprojeto onde várias técnicas podem ser utilizadas, cujo objetivo é facilitar a produção de um conjunto de ideias básicas, como respostas prováveis a um problema projetual. E finalmente chegamos na etapa do projeto em si, onde o artefato é definido por meio de desenhos representativos e técnicos junto com seus componentes.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo tem como objetivo, verificar e analisar os conceitos e princípios da ergonomia que são utilizados em uma mesa de desenho e na tarefa aplicada a ela. O capítulo também irá falar da importância de um design eco orientado, como desenvolver um produto seguindo esses preceitos e será feita uma pesquisa sobre os materiais disponíveis no mercado e suas propriedades físicas, mecânicas, intrínsecas e atribuídas.

7.1 ERGONOMIA E MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS PARA UMA MESA DE DESENHO

Neste capítulo serão apresentados princípios ergonômicos de maneira geral, e específicos sobre mesas, assentos, postos de trabalhos em pé e sentado.

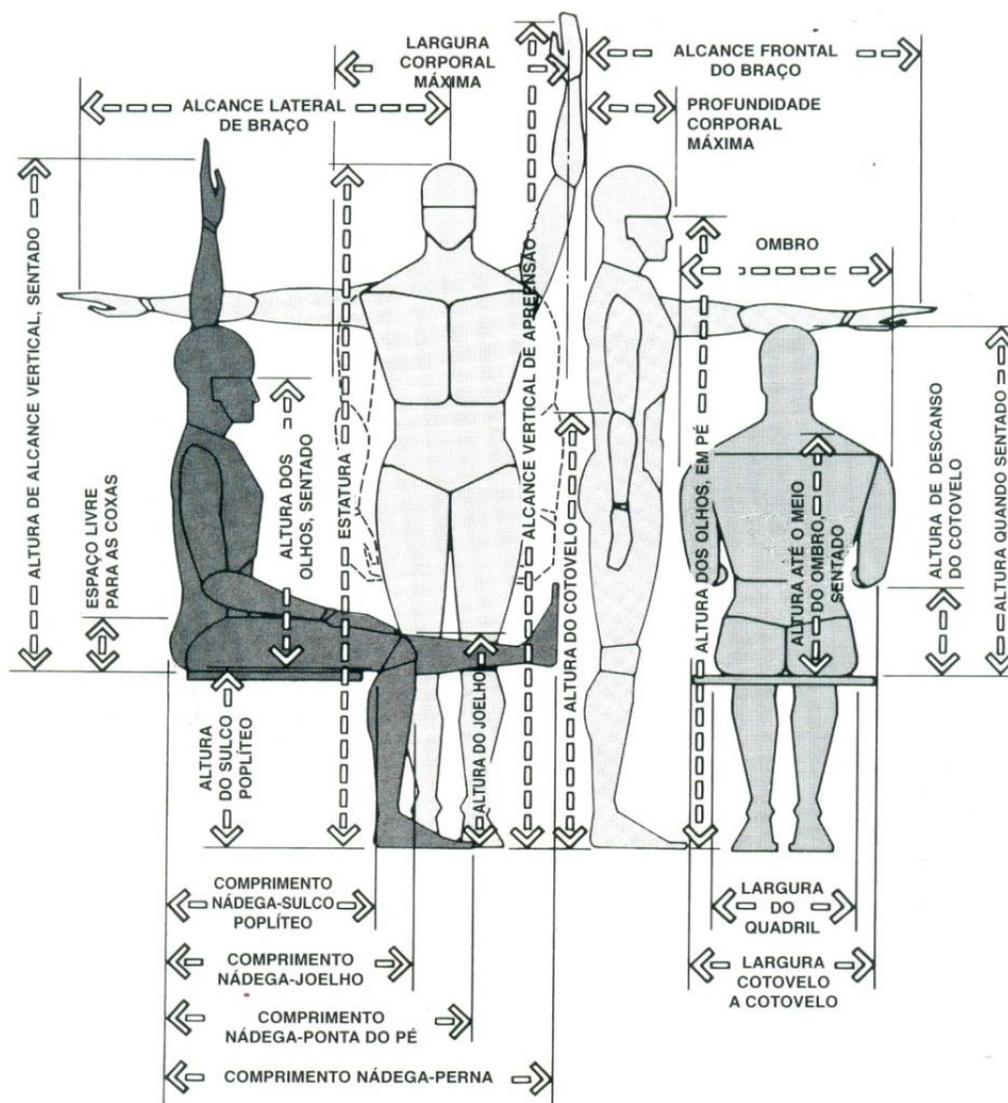
Ergonomia é “uma ciência aplicada ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho”. (DUL, 2004, p.1).

Segundo a IEA (Associação Internacional de Ergonomia), a Ergonomia (ou fatores humanos) é uma disciplina científica que estuda as intervenções dos homens com outros elementos do sistema, fazendo aplicações da teoria, princípios e métodos de projeto, com o objetivo de melhorar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.

Dul (2004) explica que a Ergonomia estuda vários aspectos: postura e movimentos corporais (sentado, em pé, empurrando, puxando e levantando cargas), fatores ambientais (ruídos, vibrações, iluminação, clima, agentes químicos), informação (informações captadas pela visão, audição e outros aspectos), relações entre mostradores e controles, bem como cargas e tarefas (tarefas adequadas, interessantes).

Na figura 2 Panero (2002) nos mostra as medidas e os alcances que devem ser levados em conta ao desenvolver um projeto.

Figura 2: Medidas corporais usadas em projetos.



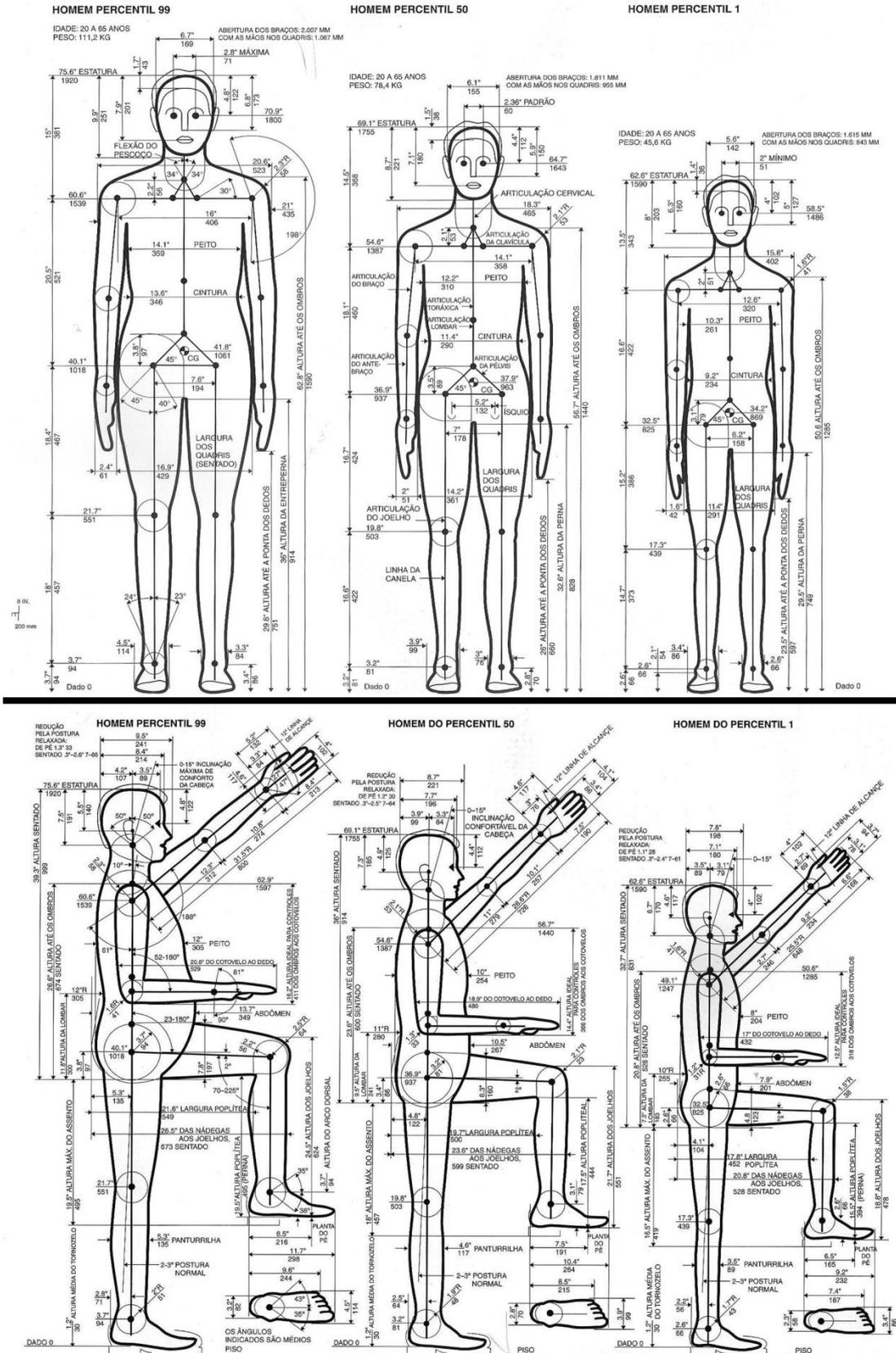
Fonte: Panero, 2002. p, 30.

Princípios ergonômicos recomendam que “os equipamentos, sistemas e tarefas devem ser projetados para uso coletivo” (DUL, 2004, p.4).

Existem certas circunstâncias em que os projetos feitos para as pessoas médias não seriam satisfatórias. Por exemplo, se dimensionarmos uma saída de emergência para a pessoa média, em caso de acidente, simplesmente 50% da população não conseguiria passar. (IIDA, 2005, p.138).

A partir das medidas antropométricas do homem e da mulher são feitas análises para que o projeto possa atender a maior parte da população. As medidas seguem nas figuras 3 e 4.

Figura 3: Medidas antropométricas do homem adulto.



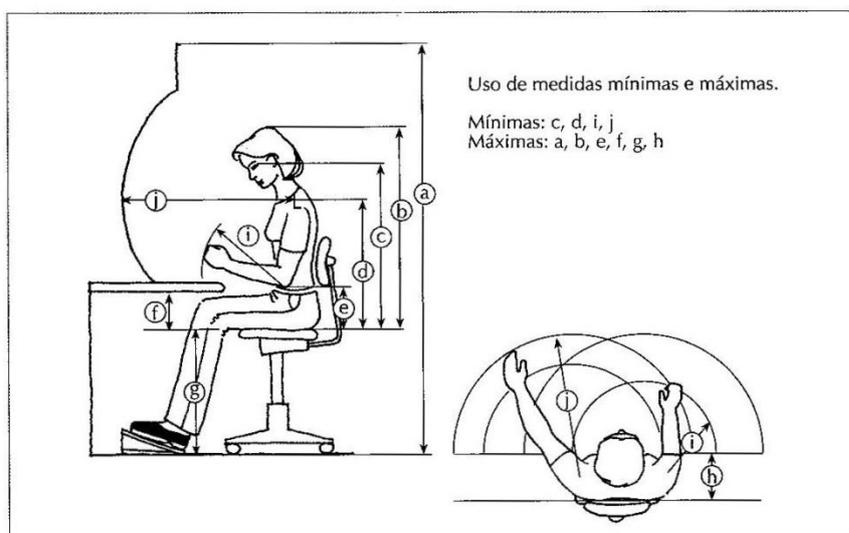
Fonte: Tilley, 2007, p.11

Sabendo-se que há diferenças individuais em uma população, Dul (2004), explica que, os projetos em geral devem atender a 95% dessa população. Isso significa que há 5% dos extremos dessa população (indivíduos muito gordos, muito altos, muito baixos, mulheres grávidas, idosos ou deficientes físicos), para os quais os projetos de uso coletivo não se adaptam bem. Nesses casos é necessário realizar projetos específicos para essas pessoas.

lida (2005, p.141) explica também de como deve ser utilizadas as medidas para um uso coletivo:

Em muitas aplicações de medidas antropométricas, há necessidade de combinar as medidas mínimas e máximas de uma população. Como quase todas as medidas antropométricas de homens são maiores que as de mulheres, com algumas exceções, o máximo é representado pelo percentil 95% dos homens e, no mínimo pelo percentil 5% das mulheres.

Figura 5: Exemplo de um uso de medidas mínimas e máximas.



Medidas de antropometria estática (cm)	Critério		Mulheres		Homens		Medida adotada*
	Mín.	Máx.	5%	95%	5%	95%	
a) Estatura		•	151,0	172,5	162,9	184,1	184,1
b) Altura da cabeça sentado		•	80,5	91,4	84,9	96,2	96,2
c) Altura dos olhos, sentado	•		68,0	78,5	73,9	84,4	68,0
d) Altura dos ombros, sentado	•		53,8	63,1	56,1	65,5	53,8
e) Altura do cotovelo, sentado		•	19,1	27,8	19,3	28,0	28,0
f) Altura das coxas		•	11,8	17,3	11,7	15,7	17,3
g) Altura do assento (poplíteia)		•	35,1	43,4	39,9	48,0	48,0
h) Profundidade do tórax		•	23,8	35,7	23,3	31,8	35,7
i) Comprimento do antebraço	•		29,2	36,4	32,7	38,9	29,2
j) Comprimento do braço	•		61,6	76,2	66,2	78,7	61,6

* As medidas em negrito correspondem as medidas adotadas no projeto.

Segundo Dul (2004) devemos, durante qualquer tarefa, manter nossas articulações, tanto quanto possível, em uma posição neutra. Por que nesta posição, os músculos e os ligamentos são esticados o menos possível, ou seja, são tencionados ao mínimo. Os períodos prolongados com o corpo inclinado devem ser evitados sempre que possível, porque a parte superior do corpo de um adulto, acima da cintura, pesa 40 kg, em média. Quando o corpo se inclina para frente, há contração dos músculos e dos ligamentos das costas para manter essa posição. A tensão é maior na parte inferior do tronco, onde surgem dores. A cabeça de um adulto pesa em média de 4 a 5 kg, quando ela se inclina mais de 30° para frente, os músculos do pescoço são tencionados para manter essa postura, e começam a provocar dores na nuca e nos ombros. Portanto, a cabeça deve ser mantida o mais próximo possível da posição vertical.

Segundo Dul (2004), nenhuma postura ou movimento repetitivo deve ser mantido por um longo período. As posturas prolongadas e os movimentos repetitivos são muito fatigantes. Ele também afirma que em longo prazo, podem produzir lesões nos músculos e articulações. Isso pode ser prevenido com uma alternância das posturas ou tarefas.

Sobre as atividades realizadas na posição sentada, Dul (2004, p.13) nos explica:

Muitas atividades manuais, executadas quando se está sentado, exigem um acompanhamento visual. Isso significa que o tronco e a cabeça ficam inclinados para frente. O pescoço e as costas ficam submetidos a longas tensões, que podem provocar dores. As tarefas manuais geralmente são feitas com os braços suspensos, sem apoio, o que provoca dores nos ombros.

Se uma tarefa tiver longa duração, o posto de trabalho pode ser projetado para que as atividades possam ser exercidas tanto na posição sentada como em pé. Para isso, de acordo com Dul (2004), a superfície de trabalho é dimensionada para o trabalho em pé. Em seguida, providencia-se uma cadeira alta, que permita realizar o trabalho sentado. Nesta postura, deve haver um apoio para os pés e um espaço para acomodar as pernas, abaixo da superfície de trabalho.

De acordo com Lida (2005), o alcance de postos de trabalho onde devem trabalhar tanto homens como mulheres, geralmente são dimensionados pelo mínimo, ou seja, 5% das mulheres.

Quando o posto de trabalho é uma mesa há uma série de cuidados a serem tomados, Lida (2005, p.145):

A altura deve ser regulada pela posição do cotovelo e deve ser determinada após o ajuste da altura da cadeira. Em geral, recomenda-se que esteja 3 a 4 cm acima do nível do cotovelo, na posição sentada. Se a mesa tiver uma altura fixa, a cadeira deve ter a altura regulável.

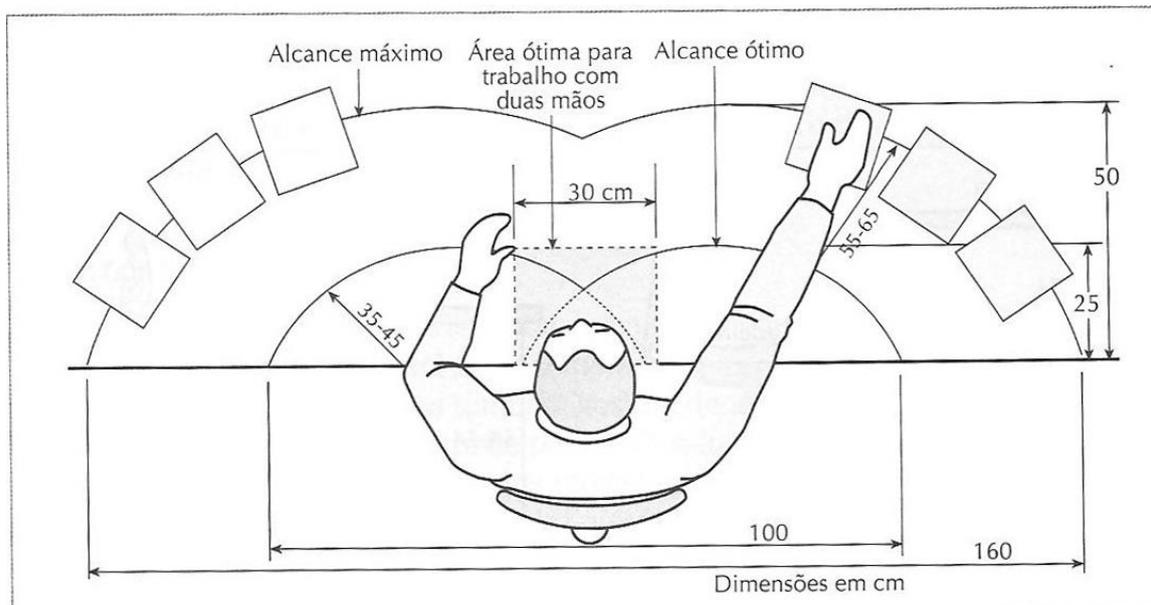
“Em geral, a altura da mesa pode oscilar entre 54 cm (altura mínima, para 5% das mulheres) a 74 cm (altura máxima para 95% dos homens)”. (IIDA, 2005, p.145)

Considerando o dimensionamento de altura de uma mesa, Dul (2004), acrescenta que, em princípio, uma superfície baixa é melhor, porque os braços não precisam ser erguidos e, nessa posição, é mais fácil aplicar as forças. Em compensação as superfícies mais altas permitem uma melhor visualização do trabalho, sem necessidade de se curvar para frente.

Em relação ao tamanho da superfície da mesa ela deve ser dimensionada, segundo Lida (2005), de acordo com o tamanho da peça a ser trabalhada, os movimentos necessários à tarefa e o arranjo do posto de trabalho. “É importante ressaltar que nem sempre a tarefa é realizada na superfície da mesa. Por exemplo, no caso da digitação, a superfície de trabalho é o nível do teclado”. (IIDA, 2005, p.145).

É na área de alcance ótimo que se devem ser executadas as tarefas que requerem mais precisão, e a faixa entre essa área e a máxima é onde devem ser dispostos os materiais para a execução das tarefas (IIDA, 2005), como exemplifica a figura 6.

Figura 6: Alcances em uma superfície de trabalho.



Fonte: Lida, 2005, p.146

A altura da superfície de trabalho deve ser determinada pelo compromisso entre a melhor altura para as mãos e a melhor posição para os olhos, afirma Dul (2004). Isso porque a altura correta das mãos e do foco visual depende da tarefa, dimensões corporais e preferências individuais. Muitas tarefas exigem acompanhamento visual das tarefas manuais.

De acordo com Dul (2004, p.18):

As pernas devem ser acomodadas dentro de um espaço sob a superfície de trabalho. Esse espaço é importante para permitir uma postura adequada, sem inclinar o corpo para frente. A largura desse espaço deve ser 60 cm no mínimo. A profundidade deve medir pelo menos 40 cm na parte superior e 100 cm na parte inferior, junto aos pés. Esta dimensão maior junto aos pés justifica-se pela necessidade de esticar as pernas para frente, de vez em quando, para mudar a postura.

Sempre que possíveis às tarefas que exigem um acompanhamento visual contínuo devem ser feitas em superfície inclinada, como no caso de desenhos, leituras e inspeções de qualidade. A superfície inclinada tem o objetivo de aproximar o trabalho dos olhos. Do contrário, seria necessário inclinar a cabeça e o tronco para frente. No caso da leitura, a inclinação recomendada é de 45 graus e, para escrever, a inclinação pode ser de 15 graus.

7.1.1 Iluminação

A iluminação é um importante fator quando se está tratando de uma tarefa que necessita de precisão e atenção, como no caso do desenho. Dul (2004, p.79) divide o campo visual em três zonas para mostrar os efeitos de diferença entre elas:

Área da tarefa, área circunvizinha e o ambiente geral. A diferença de brilho entre a área da tarefa e a circunvizinha não pode ser superior a três vezes. E a diferença entre a área da tarefa e o ambiente geral não pode ultrapassar dez vezes, pois produzem incômodos e fadiga visual. As diferenças muito pequenas também devem ser evitadas, porque a uniformidade produz monotonia e dificulta a concentração.

A luz deve ser posicionada, em relação à tarefa, de modo a evitar os reflexos e as sombras. Os reflexos e sombras podem ser diminuídos com o uso de luz difusa no teto. Isso pode ser feito também substituindo superfícies lisas e polidas das mesas, paredes e objetos, por superfícies foscas e difusoras, que dispersam a luz.

7.2 PROJETO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS

Aqui serão apresentados tópicos referentes à redução dos impactos ambientais causados pela produção de uma mesa para desenho, tanto na produção direta do produto como na manufatura de todos os componentes e matérias-primas envolvidas neste projeto.

Manzini e Vezzoli (2005, p.27) explicam que:

O conceito de sustentabilidade ambiental refere-se às condições sistêmicas segundo as quais, em nível regional e planetário, as atividades humanas não devem interferir nos ciclos naturais em que se baseia tudo o que a resiliência do planeta permite e, ao mesmo tempo, não devem empobrecer seu capital natural, que será transmitido às gerações futuras.

Os sistemas industriais complexos, de hoje, sob o aspecto da organização e da tecnologia, são a principal força de destruição do ambiente planetário e, em longo prazo, a principal ameaça à sobrevivência da humanidade. Por isso deve-se repensar sobre as tecnologias e instituições sociais, para aproxi-

mar os projetos humanos e os sistemas ecologicamente sustentáveis da natureza (CAPRA, 2002).

“A natureza pode se aprender como um jogo, aberto e complexo, de relações integradas e dinâmicas, cujos processos vitais dependem uns dos outros.” (KAZAZIAN, 2005, p.31)

Uma comunidade sustentável é feita de tal maneira que sua economia, seus negócios, suas tecnologias e suas estruturas físicas não entrem em conflito com a capacidade da natureza de sustentar a vida. Diferente da forma atual de capitalismo global que é insustentável dos pontos de vista social e ecológico, e por isso é politicamente inviável a longo prazo (CAPRA, 2002).

Kazazian (2005) afirma que a economia e a ecologia podem ser pensadas juntas, mas que durante muito tempo a empresa foi percebida como um modelo linear em um sistema composto por ela mesma, seus fornecedores e seu mercado.

A poluição causada pela empresa em si é delimitada pela sua localização, ou seja é uma poluição local, mas o produto que ela fabrica pode ser considerado um poluidor nômade e a cada etapa de seu ciclo de vida, fluxos de entrada e de saída vão produzir impactos negativos sobre o meio ambiente nos diferentes locais para onde foram exportados (KAZAZIAN, 2005).

“O produto em si, vendido como um elemento independente e homogêneo, é uma ilusão.” (KAZAZIAN, 2005, p.37).

Isso porque para o produto chegar ao mercado, além da infraestrutura, muitos outros produtos são usados para a sua fabricação, transporte e utilização, conforme explica Kazazian (2005).

Para minimizarmos esse impacto, Kazazian (2005) divide em três possíveis níveis de intervenção para serem feitas no sistema que envolve um produto:

- otimização para diminuir os impactos no meio ambiente;
- evolução maior, modificando o produto para um uso semelhante,
- estratégia radical, como substituir produtos por serviços.

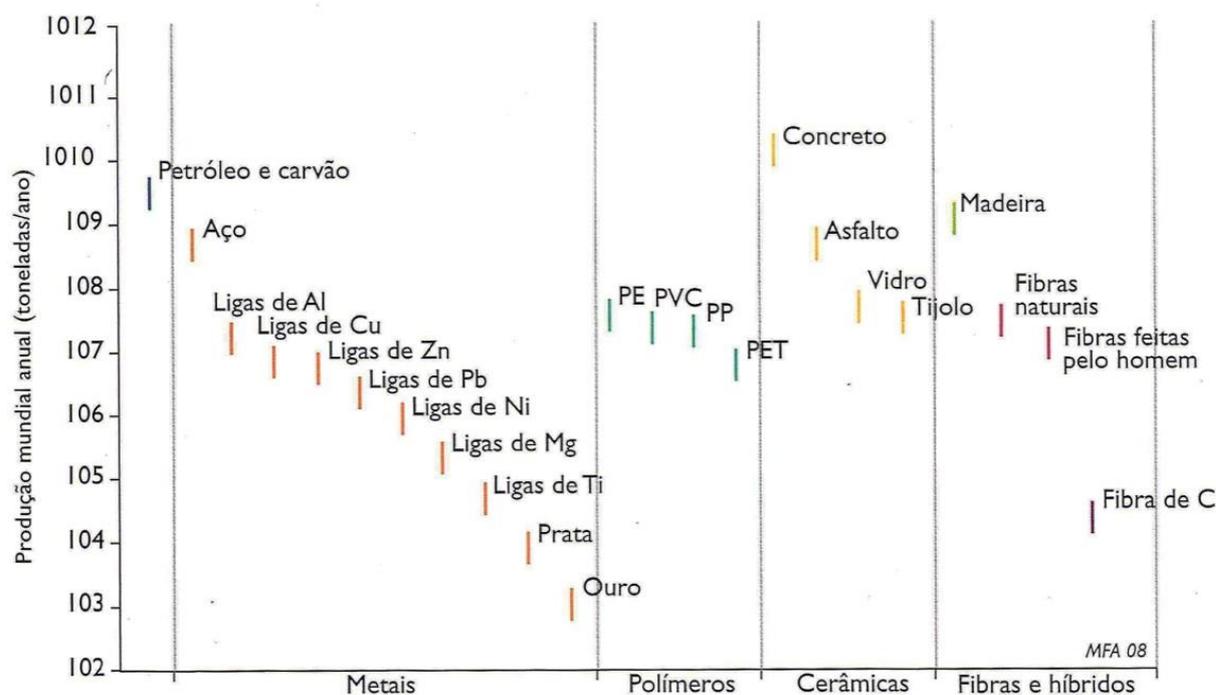
7.2.1 Minimização e escolha dos recursos e processos

Ashby e Johnson nos falam sobre a liberação de carbono dos materiais (2011, p. 73):

Cerca de 20% de toda a energia que consumimos do CO₂ que liberamos na atmosfera provém da fabricação de materiais para a manufatura. Grande parte da energia vem da fabricação dos 11 materiais, que usamos nas maiores quantidades.

A figura abaixo mostra quais são os materiais mais produzidos no mundo anualmente em toneladas, assim podemos nos aproveitar desses materiais pela sua densidade no mercado.

Figura 7: Produção anual de material no mundo.



Fonte: Ashby, 2011, p. 73.

“Por minimização dos recursos, entende-se a redução dos consumos de matéria e energia para um determinado produto, ou melhor, para um determinado serviço oferecido por tal produto”. (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p.117). Claro que utilizando menos matéria, diminuirá o impacto ambiental, não só porque

menos material deve ser produzido, mas também porque ele também não será transformado, transportado e nem descartado.

Em uma visão sistêmica de produção, quando se fala de matéria, é correto referir-se não só aquela presente no produto acabado, mas também a matéria necessária para a sua fabricação. Isto quer dizer, considerar também as perdas e os refugos de produção. (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p.122)

Para minimizar o conteúdo de material em um produto, Manzini e Vezzoli (2008, p.119) passam algumas indicações:

- Desmaterializar o produto ou algumas das suas partes;
- Digitalizar o produto ou algumas de suas partes;
- Miniaturizar;
- Evitar dimensionamentos excessivos;
- Minimizar os valores das espessuras dos componentes;
- Usar nervuras para enrijecer as estruturas;
- Evitar componentes ou partes que não sejam estritamente funcionais.

O Designer tem um papel relevante na escolha e aplicação dos materiais empregados em produtos de produção em série, mesmo sabendo que não vai estar envolvido com a origem ou com o fim destes materiais ao cessar o ciclo de vida dos produtos. (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p.147)

Manzini e Vezzoli (2008) afirmam que todo material determina um nível de impacto ambiental e se quisermos fazer comparações, elas devem ser feitas em relação ao tipo de função e de serviço que os produtos, e não só os materiais, desenvolvem. Por exemplo, um material pode ter um impacto ambiental maior na fase de produção e na fase de eliminação mas pode fazer o produto perdurar por um período maior (em uso) e de maneira mais eficiente.

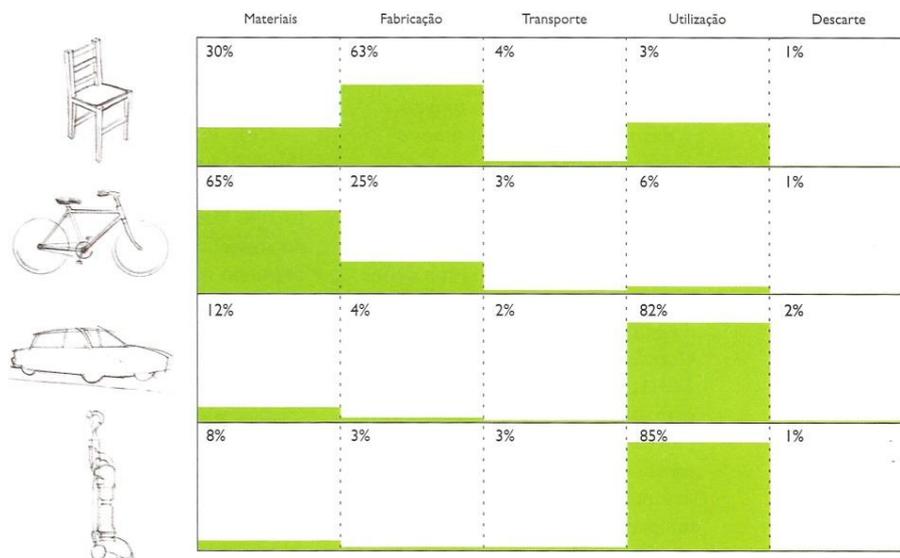
Por isso Manzini e Vezzoli (2008, p.182) explicam que:

Um produto que é mais durável que outro, exercendo a mesma função, determina geralmente um impacto ambiental menor. Se um produto dura menos, ele de fato não só gera precocemente mais lixo, mas determina também outros impactos indiretos, como a necessidade de ter que substituí-lo. A produção e a distribuição de um novo produto que deva substituir um outro obriga, de fato, ao consumo de novos recursos e gera novas emissões no ambiente.

“Por isso tudo, os primeiros candidatos para uma vida útil maior são os bens que necessitam de poucos recursos (energia e materiais) durante o seu tempo de uso”. (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p.184)

Ashby e Johnson (2011) classificam esses produtos como passivos, que são aqueles que não requerem muita energia para cumprir a sua função primária. Como exemplificado na imagem abaixo:

Figura 8: Gasto de energia entre as fases do sistema dos produtos



Fonte: Ashby, 2011, p.71

7.2.2 Serviços para otimização

“A otimização ambiental da vida envolve não somente a dimensão física do produto (o que ele é), mas também, o componente de serviço que é oferecido ao usuário”. (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p.187)

Para esta otimização, Manzini e Vezzoli (2008, p.188) montam uma linha guia para projeto:

- Projetar a duração adequada;
- Projetar a segurança;
- Facilitar a atualização e a adaptabilidade;
- Facilitar a manutenção;
- Facilitar a reparação e a reutilização;
- Facilitar a remodelação;
- Intensificar a utilização.

“A durabilidade é uma das estratégias da economia leve, por que permite alongar a duração de vida dos produtos, diminuir sua renovação e portanto preservar os recursos naturais.” (KAZAZIAN, 2005, p.45).

Mas projetar componentes que duram mais que o produto em si, de acordo com Manzini e Vezzoli (2008), é um total desperdício. Uma vez estabelecida à vida útil do produto, ela deveria ser igual à de seus componentes.

Um produto que é durável não disfarça a sua qualidade e promete um funcionamento constante ao longo de seu prazo de utilização, assim criando um laço de confiança entre o utilizador e o produto, e o mais importante, entre o utilizador e a empresa (KAZAZIAN, 2005).

Kazazian (2005, p.46) nos lembra de que:

A durabilidade supõe também uma gestão da obsolescência, para a qual distinguimos duas dimensões, objetiva e subjetiva. A obsolescência objetiva é técnica. Existe assim que aparece no mercado um produto mais performático, que torna as versões anteriores caducas. A obsolescência subjetiva é motivada pela aparência e a moda, que condicionam o fim da vida de alguns objetos enquanto suas funções permanecem válidas.

É preciso projetar a confiabilidade dos produtos também, segundo Manzini e Vezzoli (2008), além de um agravo em termos econômicos e de impacto ambiental – se o produto não for seguro – ele provavelmente terá de ser reparado ou descartado, gerando prejuízo, sem falar do impacto ambiental caso ele seja descartado.

“O aspecto relacional é determinante para a durabilidade do objeto: guardamos os objetos em função das relações - utilitárias, hedonistas ou conectivas - que estabelecemos com eles.” (KAZAZIAN, 2005, p.45).

Manzini e Vezzoli (2008, p.191) passam algumas indicações para projetar a segurança:

- Minimizar o número de partes e componentes;
- Simplificar os produtos;
- Evitar as junções frágeis.

“A manutenção dos equipamentos pode evitar os custos ambientais e econômicos de um conserto, bem como o impacto tanto da eliminação de um componente como da produção de um substitutivo”. (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p.196)

O aumento exponencial dos objetos no nosso meio ambiente imediato reduz cada vez mais sua duração de uso e é essencial diferenciar a duração de vida de um produto da sua duração de uso (KAZAZIAN, 2005). A duração de

uso efetiva dos objetos, hoje em dia, é muito inferior ao seu real potencial: trinta minutos por ano para uma furadeira que tem duração de vida de dez anos.

Projetar buscando intensificar o uso dos produtos (e/ou componentes) para Manzini e Vezzoli (2008, p.208), implica:

Orientar o projeto para produtos multifuncionais que tenham componentes substituíveis em comum ou, ainda, para produtos de funções integradas. Além do mais - o que vem a ser mais significativo-, conceber produtos voltados para o uso compartilhado ou coletivo. Os produtos de uso coletivo que ofereçam possibilidade de serventia para mais de um único usuário são mais eficazes.

7.2.3 Extensão da vida útil dos materiais

Estender a vida útil dos materiais significa fazê-los viver por mais tempo do que duram os produtos que esses materiais foram empregados. Isso pode ocorrer, segundo Manzini e Vezzoli (2008), a partir de dois processos, eles podem ser reprocessados para serem transformados em matérias primas secundárias; ou, incinerados para recuperar o seu conteúdo energético. Um raciocínio muito comum ainda existente é que a reciclagem é a melhor solução para a grande variedade de problemas ambientais. Mas mesmo os processos de reciclagem promovem, também, seu próprio impacto ambiental, e entre eles não deve ser esquecido o transporte.

Manzini e Vezzoli (2008, p.225) dizem que:

Escolher materiais facilmente recicláveis não quer dizer para particularizar somente os materiais que são mais adequados a serem reciclados sob o perfil tecnológico (das tecnologias existentes ou em evolução, mas também os que apresentam características que, uma vez reciclados, serão de valor no mercado).

“É importante lembrar que a escolha dos materiais reciclados não pode ser desligada de uma análise atenta acerca do seu impacto ambiental em todas as fases do seu ciclo de vida”. (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p.226).

Durante a reciclagem de um produto devem ser separados os materiais incompatíveis entre si para o processo de reciclagem, tal operação tem um custo econômico e ecológico, e que por essa razão, quanto menos possível o número de materiais incompatíveis entre si em um mesmo produto melhor. Uma das vias corretas para se fazer isso é a integração dos seus componentes. “O fato de se poderem separar facilmente as partes facilita, consequente-

mente, a manutenção, a reparação, a atualização e a refabricação dos produtos”.(MANZINI; VEZZOLI, 2008, p.243).

“Por sua vez, poder separar mais facilmente os materiais facilita, por um lado, a reciclagem (quando os materiais são incompatíveis entre si), e por outro, o isolamento (quando os materiais são tóxicos ou danosos)”. (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p.243).

7.3 MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

Aqui serão estudados vários tipos de materiais que podem, ou não, serem incorporados no projeto, esse estudo será realizado de forma abrangente, por se tratar de um projeto conceitual, assim usaremos de informações genéricas, uma faixa de materiais ampla.

“O estudo científico de materiais - a ciência dos materiais - procura entender as origens fundamentais das propriedades do material e, por fim, manipulá-las”. (ASHBY; JOHNSON, 2011, p.56).

Quando chega o momento da escolha dos materiais, há alguns critérios de propriedades gerais de superfície para serem cumpridos (por exemplo, resistência do material a corrosão), mas ele também deve ser de fácil produção, ser atraente para os consumidores em potencial e deve concorrer em termos econômicos com outros materiais alternativos (ASHBY; JONES, 2007).

No início há duas correntes paralelas para escolha dos materiais, a seleção de material e o projeto de componente, como nos explica Ashby e Jones (2007, p.345):

Escolhe-se um material experimental e reúnem-se dados sobre ele consultando planilhas. Ao mesmo tempo é elaborado um projeto experimental do componente capaz de cumprir a função (que deve ser cuidadosamente definida no início) e é realizada uma análise aproximada de esforços para avaliar as tensões, os momentos e as concentrações de tensões às quais será submetido. Se o material puder suportar cargas, momentos de tensões concentradas etc. sem sofrer demasiada deflexão, entrar em colapso ou falhar de algum modo, o projeto pode prosseguir. Se o material não puder desempenhar adequadamente, ocorre a primeira interação: ou é escolhido um novo material ou o projeto do componente é alterado (ou ambos) para superar a falha.

Mas também não podemos esquecer-nos da disponibilidade desses materiais, em questão de preços relativos, para se manter informado, Ashby e Jo-

nes (2007) recomendam o uso dos periódicos do “The financial Times” e o “Wall Street Journal”, dois jornais americanos.

A figura 9 mostra os materiais disponíveis no mercado hoje e seus preços relativos vendidos por tonelada. Dessa forma podemos ter uma noção de quanto custará para produzir certo artefato e balancear com os benefícios que ele trará.

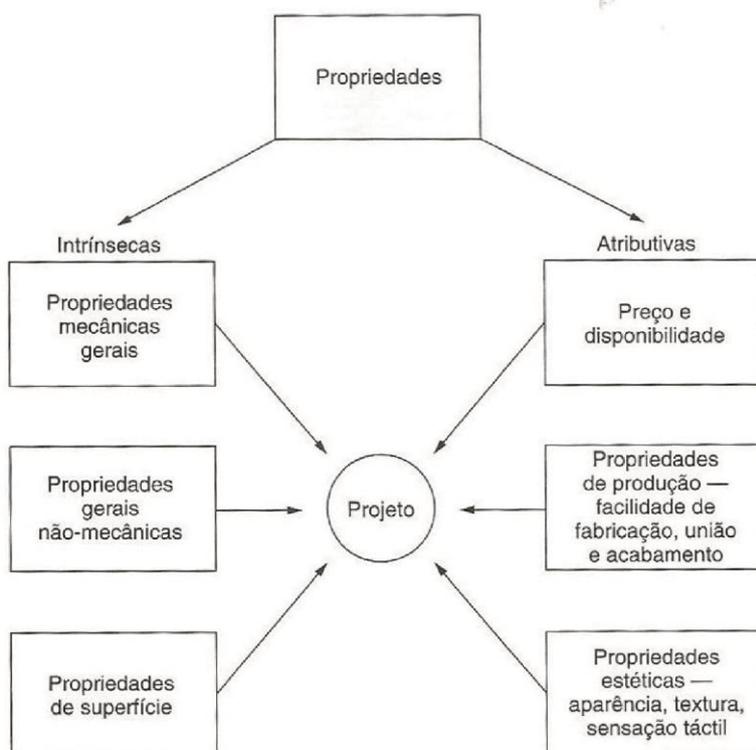
Figura 9: Preço relativo aproximado por toneladas.

<i>Material</i>	<i>Preço relativo US\$</i>
Diamantes, industrial	200 milhões
Platina	5 milhões
Ouro	2 milhões
Prata	150.000
CFPR (mat. 70% do custo; fabr. 30% do custo)	20.000
Cobalto/cermets de carbeto de tungstênio	15.000
Tungstênio	5.000
Ligas de cobalto	7.000
Ligas de titânio	10.000
Ligas de níquel	20.000
Polímidas	8.000
Carbeto de silício (cerâmica fina)	7.000
Ligas de magnésio	1.000
Náilon 66	1.500
Policarbonato	1.000
Polimetilmetacrilato	700
Magnésia, MgO (cerâmica fina)	3.000
Alumina, Al ₂ O ₃ (cerâmica fina)	3.000
Aço-ferramenta	500
Polímero reforçado com fibra de vidro – GFRP (mat. 60% do custo; fabr. 40% do custo)	1.000
Aços inoxidáveis	600
Cobre, usinado (chapas finas, tubos, barras)	400
Cobre, lingotes	400
Ligas de alumínio, usinadas (chapas finas, barras)	400
Lingotes de alumínio	300
Latão, usinado (chapas finas, tubos, barras)	400
Latão, lingotes	400
Epóxi	1.000
Poliéster (PS)	500
Vidro	400
Polímeros espumosos	1.000
Zinco, usinado (chapas finas, tubos, barras)	400
Zinco, lingotes	350
Chumbo, usinado (barras, chapas finas, tubos)	250
Chumbo, lingotes	200
Borracha natural	300
Polipropileno(PP)	200
Polietileno (PE), alta densidade	200
Poliestireno (PS)	250
Madeiras duras	250
Polietileno (PEBD), baixa densidade	200
Cloreto de polivinila ou polivinilcloro (PVC), Compensado	300
Aços de baixa liga	200
Aço doce, usinado (cantoneiras, chapa, barras)	130
Ferro fundido	100
Ferro, lingotes	90
Madeiras macias	70
Concreto, armado (vigas, colunas, lajes)	70
Óleo combustível	50
Cimento	50
Carvão	20

7.3.1 Propriedade dos materiais

Ashby e Jones (2007) classificam as propriedades dos materiais de duas formas, propriedades intrínsecas, que são aquelas do próprio material e por consequência são valores fixos; e as atribuídas, cujo correspondem a aquelas propriedades que variam, dependendo da localização, dos valores do mercado, de onde é fabricado e até da cognição pessoal de cada um referente a características estéticas. A figura 10 mostra que os materiais aplicados a um projeto precisam ser analisados nos dois tipos de propriedades que o autor comenta:

Figura 10: Propriedades intrínsecas e atribuídas



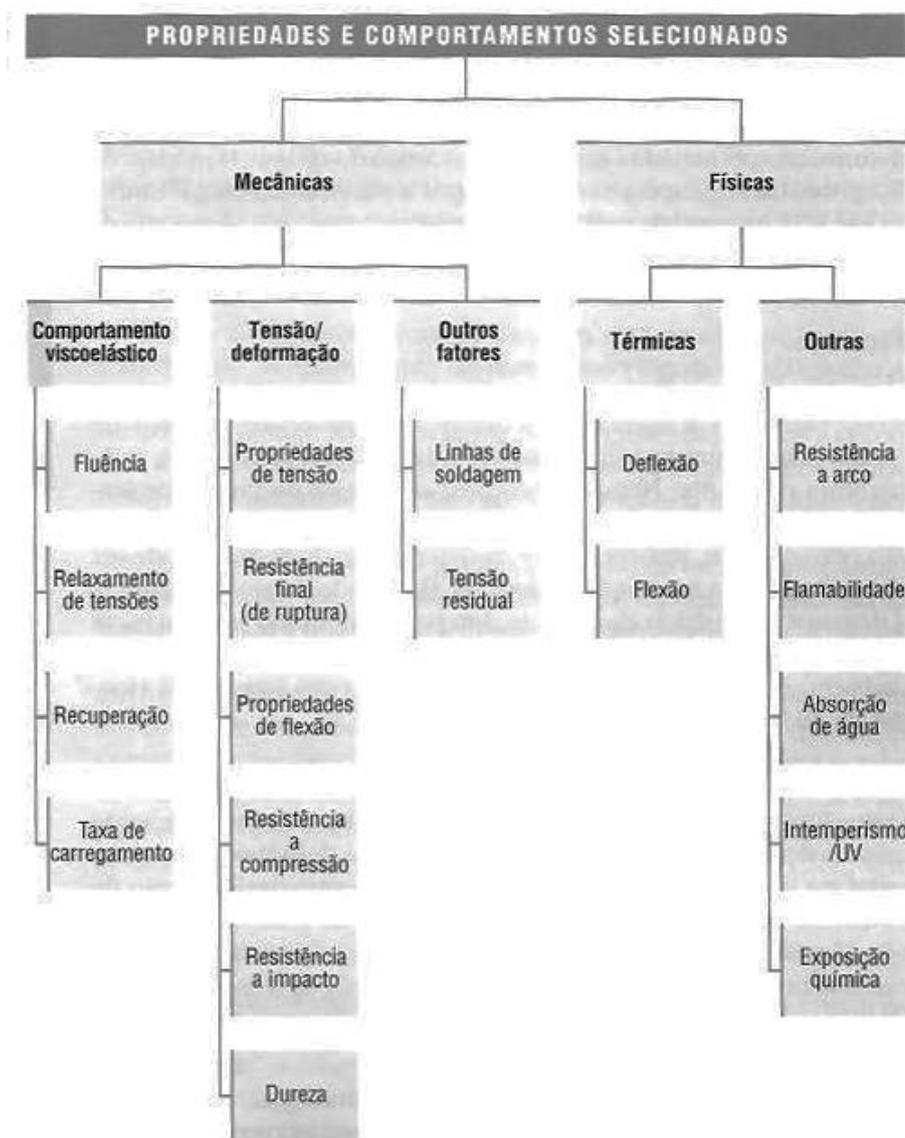
Fonte: Ashby, 2007, p.12

Entender o básico de algumas propriedades dos materiais e do comportamento destes dará ao designer a capacidade de compreender por que algumas formas se adaptam melhor a certas aplicações e como obter a melhor desempenho de um material (LESKO, 2004).

Abaixo temos uma lista de propriedades e comportamentos dos materiais, que são divididas em dois grandes grupos: as propriedades mecânicas e físicas. Essa divisão se encaixa dentro das propriedades intrínsecas de Ashby

e Jones (2007). Dentre todas essas propriedades, serão abordadas aqui aquelas que têm alguma relevância para o projeto.

Figura 11: Tipos de propriedades de materiais



Fonte: Lesko, 2004, p.129

As propriedades físicas são aspectos inerentes a um material e geralmente não são fáceis de alterar. Em geral as propriedades físicas permanecem intactas, enquanto as propriedades mecânicas podem ser modificadas através de tratamento térmico. (LESKO, 2004, p.12)

Dentro das propriedades mecânicas a dureza é uma das mais relevantes para uma mesa de desenho, já que nela geralmente ocorre o uso de estiletos. Pela definição de Lesko (2004), a dureza se refere à propriedade de um mate-

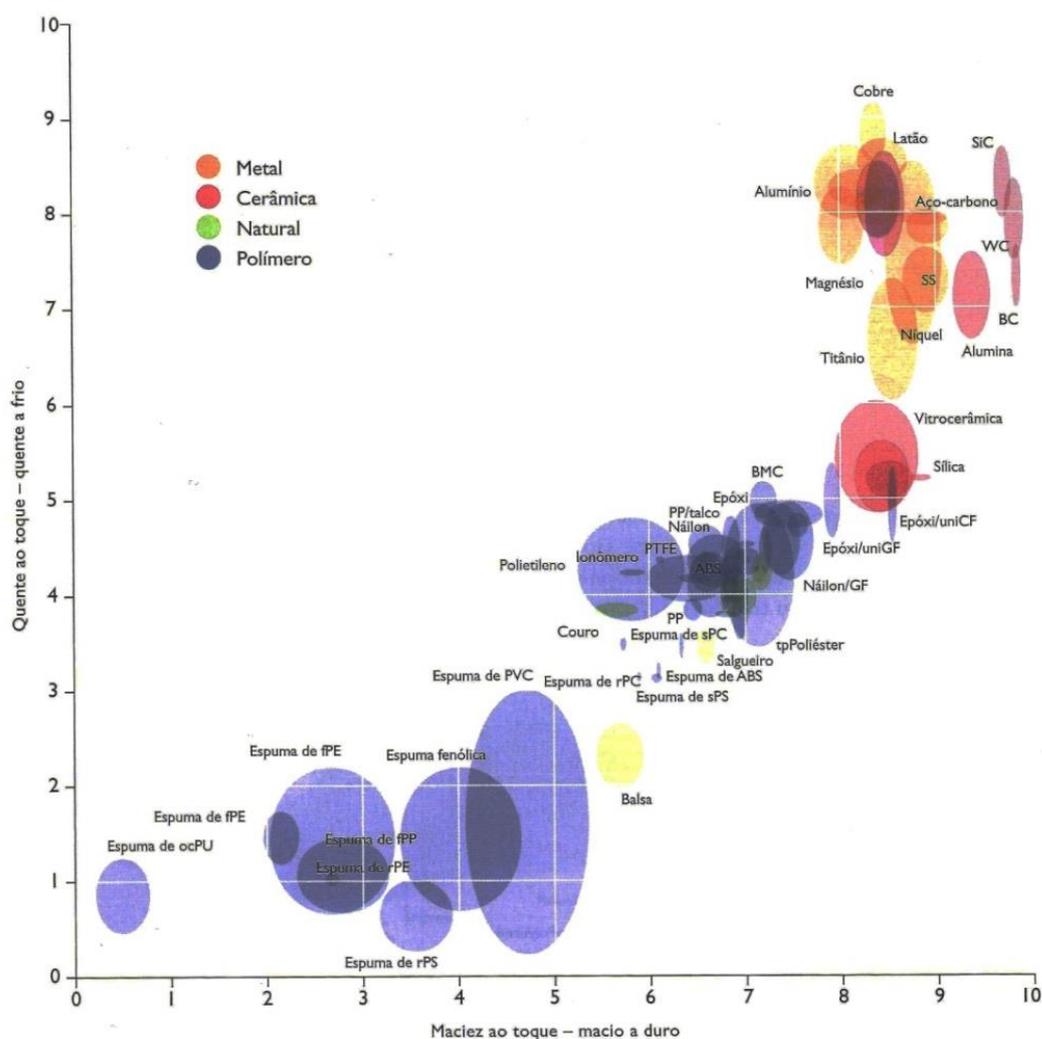
rial a resistir à penetração e ao riscado, e quanto menor a área de contato, mais concentrada é a pressão nela aplicada.

“A dureza é determinada por um ensaio que mede a resistência oferecida pelo material à penetração de uma ponta rígida. A tenacidade, por sua vez, é a medida através da resistência ao impacto.” (AKCELRUD, 2007, p.44).

Materiais duros podem ser usados para arranhar outros materiais, e em geral aceitam alto polimento, resistem à absorção e são duráveis. Por outro lado os materiais macios são aqueles que defletem quando manuseados e são flexíveis, mas quando liberados da força, retornam a sua forma original. Isso é chamado de comportamento elástico (ASHBY; JOHNSON, 2011).

A figura 12 mostra uma relação entre a maciez/dureza e quente/frio ao toque:

Figura 12: Gráfico sobre a maciez e dureza dos materiais.



O comportamento plástico por sua vez é bem diferente do elástico, quando o material sofre a deformação ele não volta a sua forma original, mesmo quando se rompe. Dessa forma a elasticidade é a capacidade de um material, quando sofre deformação, voltar a sua forma original, explica Lesko (2004).

“Ductilidade é a propriedade de um material de resistir a deformações plásticas sem se romper. A ductilidade é importante ao discutirmos a capacidade de dobramento e trefilação na conformação do estado sólido.” (LESKO, 2004, p.10).

A compressão é a medida do tamanho da deformação de um material exposto a uma carga compressiva, antes da ruptura. A deformação é a alteração que um material sofre durante um alongamento ou uma contração. Às vezes, estruturas que foram adequadamente projetadas para evitar tanto deformação elástica excessiva quanto plástica falharam de um modo catastrófico por fratura rápida. Comum a essas falhas é a presença de trincas, muitas vezes resultantes de soldagem imperfeita. Isso é chamado de fratura rápida e é causado pelo crescimento de trincas existentes que repentinamente se tornam instáveis (ASHBY; JONES, 2007).

A energia absorvida pelo material em certa área de sua superfície para produzir uma trinca é chamada de tenacidade, e é representada pela unidade Gc. Uma alta tenacidade em um material significa que é difícil fazer uma trinca. Já a tenacidade à fratura (K_{Ic}) é o fator de intensidade de tensão crítica, ou seja a propriedade de um material de resistir à propagação de uma trinca. (ASHBY; JONES, 2007).

Na figura 13 temos esses valores para comparação entre materiais quando expostos a certa força em uma área específica de sua superfície.

Figura 13: Valores de tenacidade e tenacidade à fratura.

Tenacidade, G_c , e tenacidade à fratura, K_{Ic}		
Material	G_c (kJ m^{-2})	K_{Ic} ($\text{MN m}^{-3/2}$)
Metais puros dúcteis (por ex., Cu, Ni, Ag, Al)	100-1.000	100-350
Aços para rotores (A533; Discalloy)	220-240	204-214
Aços para vasos de pressão (HY130)	150	170
Aços de alta resistência (HSS)	15-118	50-154
Aço doce	100	140
Ligas de titânio (Ti6Al4V)	26-114	55-115
Polímero reforçado com fibra de vidro (GFRPs)	10-100	20-60
Fibra de vidro (epóxi de fibra de vidro)	40-100	42-60
Ligas de alumínio (alta resistência-baixa resistência)	8-30	23-45
Polímero reforçado com fibra de carbono (CFRPs)	5-30	32-45
Madeiras comuns, trinca \perp às fibras	8-20	11-13
Epóxi de fibra de boro	17	46
Aço médio-carbono	13	51
Polipropileno (PP)	8	3
Poliétileno (baixa densidade)(PEBD)	6-7	1
Poliétileno (alta densidade)(PEAD)	6-7	2
Poliestireno ABS	5	4
Náilon	2-4	3
Cimento armado com aço	0,2-4	10-15
Ferro fundido	0,2-3	6-20
Poliestireno (PS)	2	2
Madeiras comuns, trinca \parallel às fibras	0,5-2	0,5-1
Policarbonato	0,4-1	1,0-2,6
Cermets de carbeto de cobalto/tungstênio	0,3-0,5	14-16
Polimetilmetacrilato (PMMA)	0,3-0,4	0,9-1,4
Epóxi	0,1-0,3	0,3-0,5
Granito (Granito Westerly)	0,1	3
Poliéster	0,1	0,5
Nitreto de silício, Si_3N_4	0,1	4-5
Berílio	0,08	4
Carbeto de silício, SiC	0,05	3
Magnésia, MgO	0,04	3
Cimento/concreto não-armado	0,03	0,2
Calcita (mármore, calcário)	0,02	0,9
Alumina, Al_2O_3	0,02	3-5
Folhelho (folhelho oleoso)	0,02	0,6
Vidro de soda	0,01	0,7-0,8
Porcelana elétrica	0,01	1
Gelo	0,003	0,2*

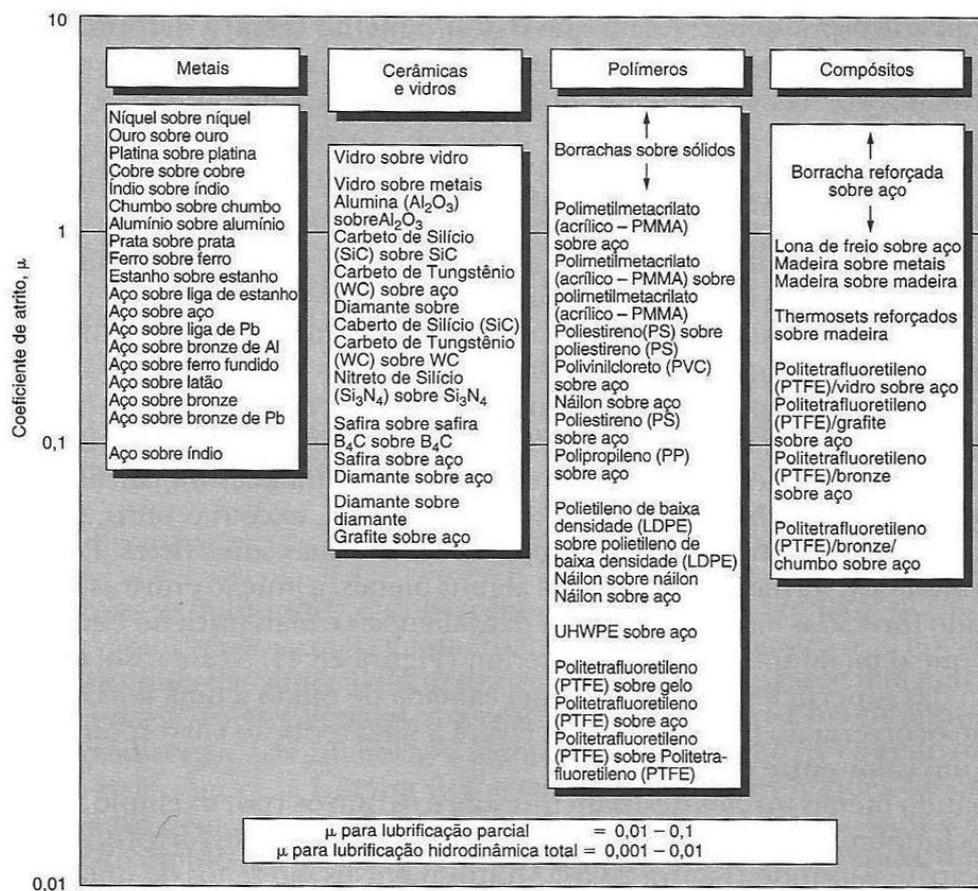
*Valores à temperatura ambiente, exceto os marcados com asterisco.

Fonte: Ashby; Jones, 2007, p158

Os valores expostos na figura 13 ajudarão na escolha de um material para o sistema de suporte do produto aqui desenvolvido, já que ele terá de resistir ao peso de uma pessoa apoiada, sem gerar uma fratura no material.

Outra importante propriedade é a força de atrito, que é nada mais que a força de resistência encontrada quando se tenta mover um material sobre outro, e com o atrito constante ocorre-se o desgaste do material (ASHBY; JONES, 2007). O gráfico abaixo mostra quais famílias de materiais tem mais resistência ao atrito.

Figura 14: Atrito ocorrente entre combinações de materiais.

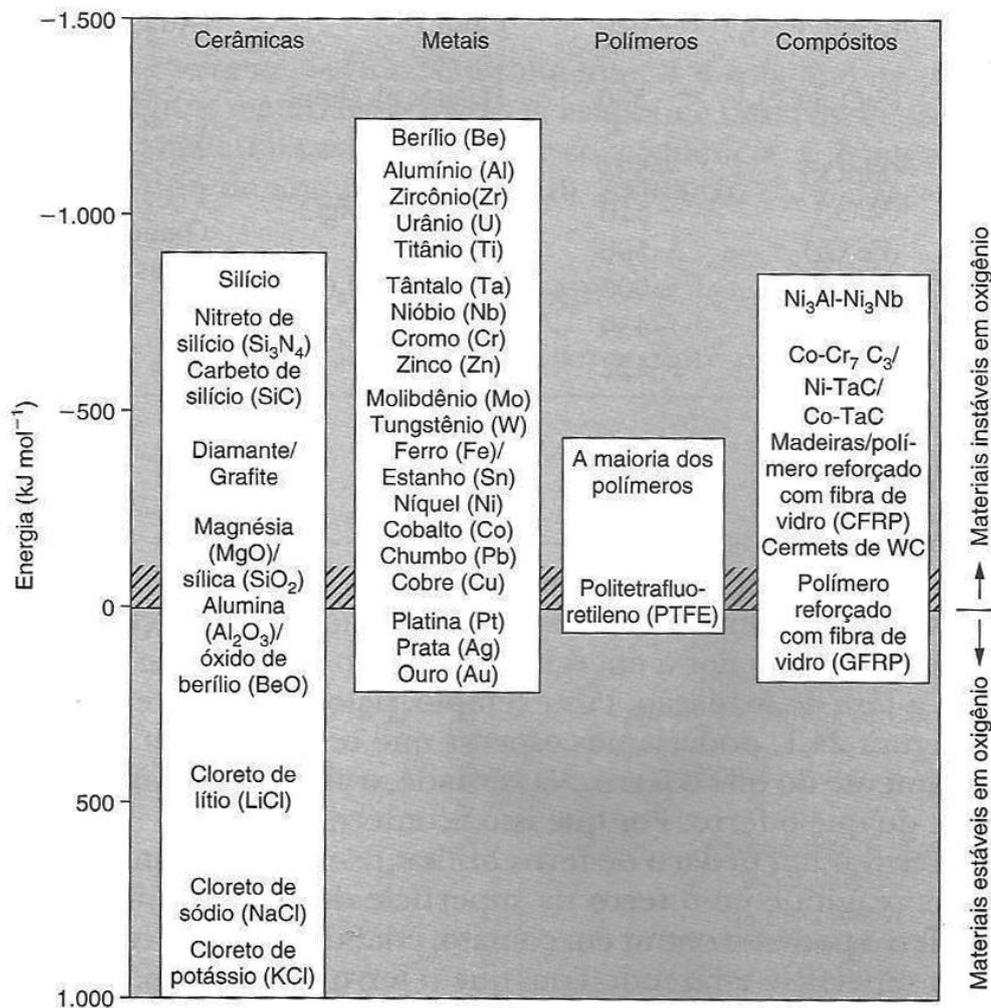


Fonte: Ashby; Jones, 2007, p.326.

Ashby e Jones (2007) nos explicam que muitos materiais tem a tendência a reagir com o oxigênio, e que são medidos em laboratório pela equação: material+oxigênio+energia= óxido do material, e se essa energia for positiva, o material é estável; se for negativa, ele se oxidará.

Como o artefato desenvolvido nesse trabalho será eco orientado ele precisa ser um artefato duradouro para estender seu uso, e isso significa que a oxidação é um atributo a levar em conta. No gráfico abaixo temos a divisão dos materiais que são positivos e assim estáveis e não oxidam e os negativos que por sua vez oxidam por serem instáveis com o ambiente.

Figura 15: Tendência à oxidação dos materiais



Fonte: Ashby; Jones, 2007, p.287

7.3.2 Polímeros

“Derivado do nome grego para ‘muitas partes’, polímero é usado para descrever materiais cujas enormes moléculas são compostas de unidades repetidas, ligadas quimicamente em uma longa cadeia.” (LESKO, 2004, p122).

Materiais poliméricos têm sido cada vez mais usado em aplicações inovadoras, com técnicas cada vez mais aperfeiçoadas, e isso se deve ao processo de conhecimento das correlações entre estruturas e propriedades e da influência que as condições de processo exercem sobre as características finais dos produtos. Em nenhum outro material de engenharia, as diferenças estrutu-

rais e variáveis de processo estão tão intimamente ligadas ao desempenho como nos polímeros (AKCELRUD, 2007).

Segundo Ashby e Johnson (2011) os materiais poliméricos têm inúmeras vantagens:

A facilidade de moldagem permite formas que, em outros materiais, só poderiam ser obtidas por caros métodos de montagem. Sua excelente usinabilidade permite a moldagem de formas complexas, resultando em fabricação barata de componentes integrados que antes eram formados por montagens de muitas partes. Misturar permite que as propriedades sejam “afinadas” de modo a cumprir requisitos de projeto específicos para rigidez, resistência e capacidade de processamento.

Esses materiais ainda podem ser auxiliados por aditivos no processamento ou para adicionar propriedades finais ao produto, como antioxidantes, modificadores de viscosidade, retardadores de chamas e estabilizadores ultravioletas (LESKO, 2004, p.122).

Polímeros são divididos em termoplásticos, termofixos e compósitos.

Termoplásticos amolecem e fundem quando aquecidos e endurecem quando resfriados. Por causa desse comportamento, essas resinas podem ser moldadas por injeção, extrudadas, ou moldadas por outras técnicas. Tal comportamento permite reutilização.

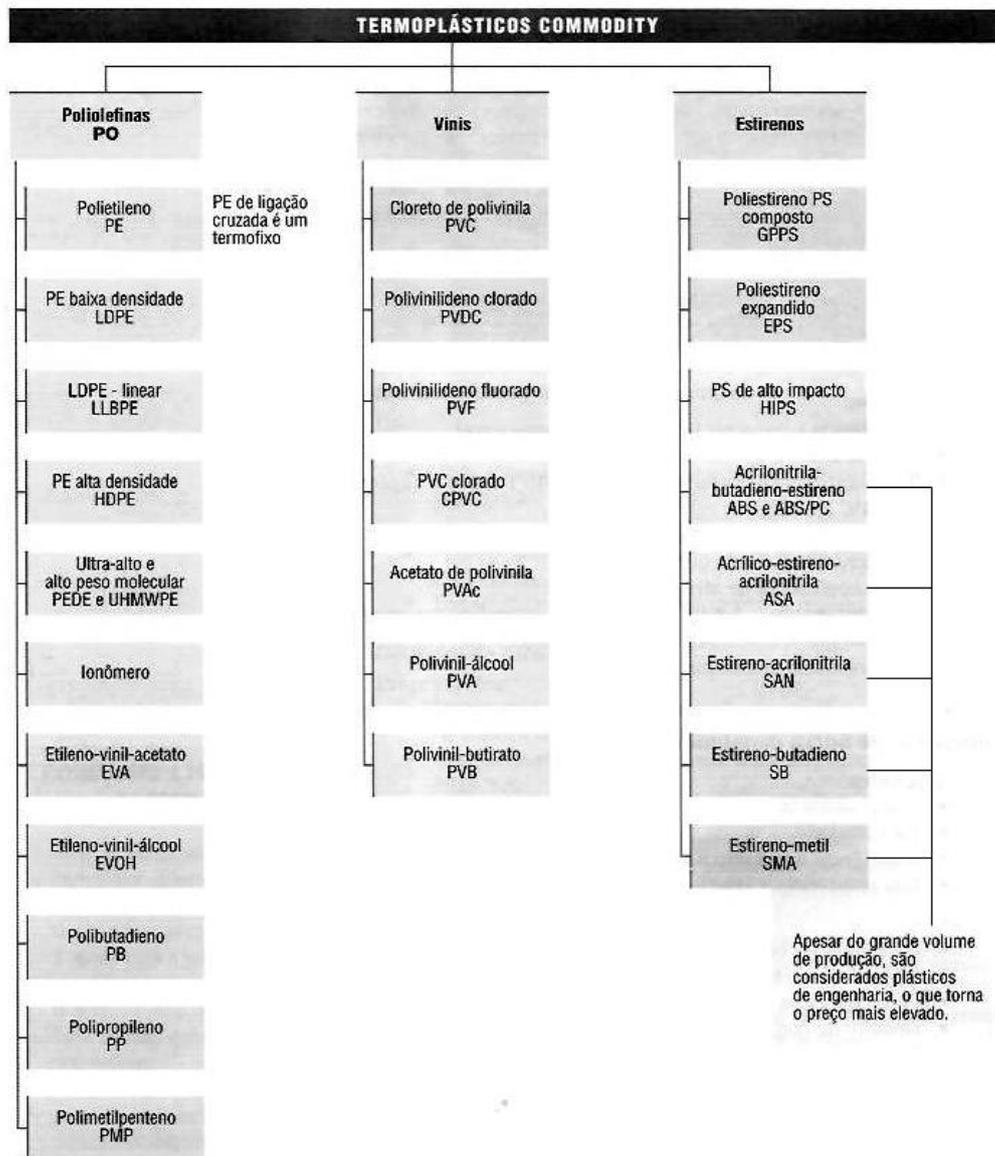
Os termoplásticos são classificados conforme a sua cristalinidade. Alguns polímeros são amorfos, possuem baixa ou nenhuma cristalinidade, apresentam cadeias com enlaces aleatórios e não possuem um ponto de fusão definido, e geralmente os plásticos transparentes são os amorfos (LESKO, 2004).

A maioria dos termoplásticos aceita reagentes e corantes, e muitos podem ser misturados para dar uma gama de efeitos físicos, visuais e táteis (ASHBY; JOHNSON, 2011)

O peso molecular de um termoplástico também é importante, conforme Ashby e Johnson (2011):

A medida que o peso molecular aumenta, a resina se torna mais rígida, mais dura e mais resistente a produtos químicos, porém é mais difícil moldá-la com seções de paredes finas. Para paredes finas, escolha uma resina de peso molecular baixo; para maior desempenho, escolha uma com peso molecular mais alto.

Figura 16: Classificação dos termoplásticos.



Fonte: Lesko, 2004, p.145

Entre os termoplásticos o PE (polietileno) é merecedor de nota, é comercialmente produzido como película, placa, haste, espuma ou fibra. A fibra de PE repuxada tem excepcional rigidez e resistências mecânicas (ASHBY; JOHNSON, 2011).

O PE é barato e fácil de moldar e fabricar, aceita uma ampla aplicação de cores, pode ser transparente, translúcido ou opaco. Pode também ser texturizado ou revestido com metal. Os processos de manufatura do PE, PP e PVC são relativamente eficientes em relação ao consumo de energia, o que os torna

os polímeros comerciais que fazem uso menos intenso de energia. O PE pode ser produzido de recursos renováveis. O polietileno é facilmente reciclado se não revestido com outros materiais, e - se contaminado - pode ser incinerado e recuperar toda a energia que contém (ASHBY; JOHNSON, 2011).

Lesko (2004) cita que o PE também tem uma excelente resistência química, um baixo coeficiente de atrito e quase nenhuma absorção de umidade. O Polietileno de ultra-alto peso molecular (UHMW) tem uma alta resistência a impactos e excepcional resistência à abrasão.

O ABS (acrilonitrila butadieno estireno) é rígido, resiliente e fácil de moldar e tem a maior resistência a impacto de todos os polímeros, segundo Ashby e Johnson (2011). Mas está disponível em vários níveis de resistência a impactos, além de ser duro, rígido e tenaz, pode ser translúcido ou opaco e tem boa resistência térmica (LESKO, 2004).

Ashby e Johnson (2011) explicam que o ABS é um terpolímero, ou seja, um polímero obtido da copolimerização de três monômeros. A acrilonitrila dá resistência térmica e química, o butadieno semelhante à borracha dá ductilidade e resistência, o estireno dá uma superfície brilhosa, fácil de usinar e a custo mais baixo.

Fora da lista de termoplásticos de commodity, temos o PMMA (acrílico), que é um polímero de engenharia de médio custo. Ele está disponível em placas, hastes ou tubos, e pode ser conformado por fundição ou extrusão, o que nos restringe um pouco em formas (ASHBY; JOHNSON, 2011).

O PMMA é duro e rígido e fácil de polir, mas sensível a concentrações de tensão. Como o vidro ele é frágil, mas é algo que pode ser superado por uma mistura com borracha acrílica, assim resultando na liga de alto impacto (HIPPMA). Risca com mais facilidade que o vidro, mas isso pode ser contornado com revestimentos. Também pode ser misturado com PVC para obter-se uma liga dura e mais durável (ASHBY; JOHNSON, 2011).

Conforme Lesko (2004), o PMMA não é afetado por atmosferas corrosivas e tem uma claridade de cristal. Não escurecem ou desbotam em exposição a lâmpadas fluorescentes, mas desbotam se expostos a intensa luz ultravioleta.

O PC (policarbonato) é mais um dos plásticos de engenharia, e conforme Ashby e Johnson (2011) têm melhores propriedades mecânicas do que os

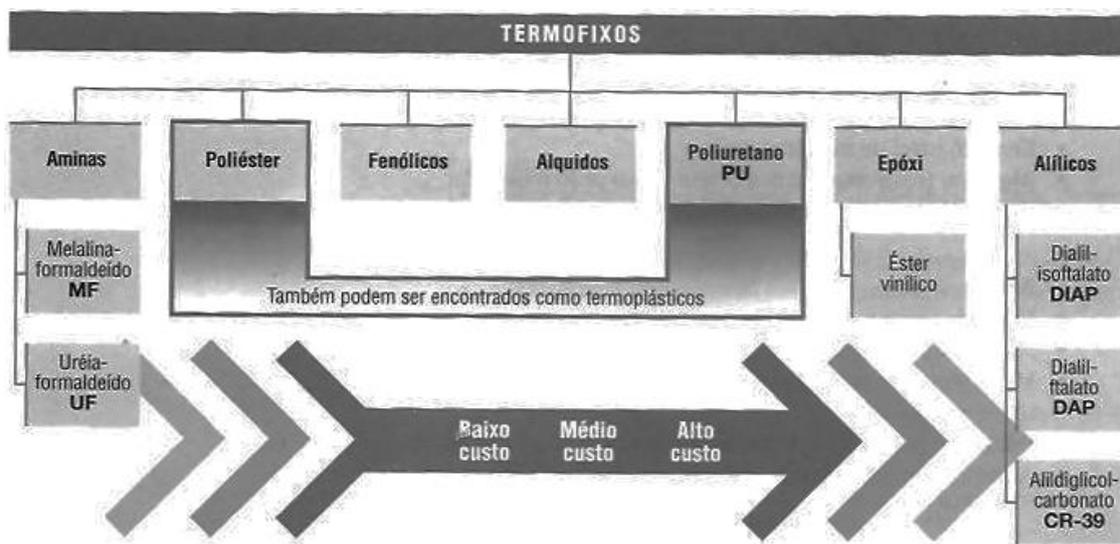
polímeros comerciais mais baratos (commodity). Tem transparência ótica e alta resistência a impactos.

Temos também o PHA ou o PHB (Poliidroxialcanoatos), que são poliésteres produzidos na natureza por fermentação de açúcar ou lipídios, esse polímero tem várias vantagens, conforme Ashby e Johnson (2011):

São totalmente biodegradáveis. Mais de 100 monômeros diferentes podem ser combinados dentro dessa família para dar materiais com uma vasta faixa de propriedades, desde termoplásticos rígidos e frágeis até elastômeros flexíveis. Não é tóxico e é biocompatível. Pode ser moldado a sopro, por injeção, termoconformado ou extrudado; também está disponível em chapa ou película.

Por outro lado temos os termofixos, cujo são formados por ligações cruzadas (Cross-links), essa estrutura tende a restringir os movimentos das cadeias entre si. Essa rede de cadeias de polímeros tende a degradar-se, ao invés de amolecer como os termoplásticos, quando exposta ao calor (LESKO, 2004).

Figura 17: Classificação dos termofixos e média de custo.



Fonte: Lesko, 2004, p.139

Na figura 17 temos uma lista de termo fixos que estão organizados em ordem crescente de custo. Serão analisados aqui aqueles que se mostraram possíveis materiais para o projeto. Ashby e Johnson (2011, p.198) explicam um pouco o que são os termofixos:

Os termofixos têm mais estabilidade dimensional do que os termoplásticos; são usados onde é exigida resistência à alta temperatura e pouca ou nenhuma fluidez. A maioria é dura e rígida, mas podem também ser macios e flexíveis.

A mistura de dois ou mais polímeros oferece outro método de ajuste de resinas para aplicações específicas. Por se tratar de misturas físicas, o polímero resultante geralmente tem valores de propriedades físicas e mecânicas situados entre aqueles constituintes (LESKO, 2004).

Os compósitos que tem mais rigidez e resistência mas altas são feitos de fibras contínuas (como de carbono ou vidro), embebidas em resina termofixadora de poliéster ou epóxi. As fibras são as que suportam as cargas mecânicas e o material da matriz transmite as cargas para as fibras e proporciona ductilidade e tenacidade, além de proteger contra danos causados pelo manuseio ou pelo ambiente. É o material da matriz que limita a temperatura de serviço e as condições de processamento. Esses materiais podem ser conformados por métodos de molde fechado ou aberto (ASHBY; JOHNSON, 2011).

7.3.3 Vidros

“O vidro é um sólido amorfo transparente (de estrutura atômica não cristalina), duro e frágil com excelente resistência ao tempo.” (LESKO, 2004, p.248).

Os vidros são formados por prensagem, moldagem por sopro, fundição centrífuga, repuchamento ou laminação, conforme Ashby e Johnson (2011), partículas não metálicas sem cor são adicionadas (5-15%) para produzir uma opalescência branca translúcida ou quase opaca, e para obtermos vidros coloridos são adicionadas partículas metálicas.

O vidro de cal de soda é o vidro mais usado e o mais comum de todos (também o mais barato). Tem baixo ponto de fusão, é fácil de sobrar e moldar e ópticamente límpido quando puro (ASHBY; JOHNSON, 2011).

7.3.4 Naturais

Como material natural é impossível não citar a madeira, o material mais versátil da natureza, ela oferece uma notável combinação de propriedades. É leve e, no sentido paralelo ao grão, é rígida, forte e dura - tão boa, por unidade de peso, quanto qualquer material feito pelo homem. É barata e renovável, e a energia em combustível fóssil necessária para cultivá-la e cortá-la é contraba-

lanceada pela energia que ela captura do sol durante o crescimento. É fácil de usinar, esculpir e unir e - quando laminada - pode ser moldada em formas complexas (ASHBY; JOHNSON, 2011).

Deve-se ter um cuidado especial no dimensionamento da madeira, que deverá levar em conta as diferentes propriedades físicas e mecânicas nas três direções principais de simetria anatômica: longitudinal, tangencial e radial. O sentido longitudinal corresponde ao eixo paralelo às fibras, o radial apresenta-se perpendicular aos anéis de crescimento e o tangencial é perpendicular às fibras, mas tangencial aos anéis de crescimento. É preciso entender da anatomia da madeira para podermos utilizá-la da melhor maneira possível, sem quem seja colocado em risco o projeto. (MADEIDURA, 2010).

8 DESENVOLVIMENTO

Esta monografia construiu uma base teórica necessária para o desenvolvimento de um artefato com base em pesquisas literárias e em campo. Essas revisões literárias serviram como guia para que aqui neste capítulo fosse desenvolvido o artefato proposto no tema, seguindo a metodologia projetual de Bonsiepe (1986).

8.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Aqui é onde analisamos o nosso problema e por meio de algumas ferramentas, deixamos claro o que esse projeto se propõe a resolver, já que um problema bem definido é um problema bem resolvido. Abaixo na figura 18 temos uma tabela da Taxonomia dos Problemas, onde o projeto se inclui em uma situação inicial bem definida, já que está concreto aquilo que será produzido como artefato, e uma situação final bem definida, pois os materiais para a fabricação e seus processos já foram definidos, conforme Bonsiepe (1986):

Tabela 01: Taxonomia dos problemas

O que desenvolver como projeto?	Desenvolver uma mesa de desenho para aquelas pessoas que não dispõem de grandes espaços.
Por que projetar um novo produto?	Pelo fato de termos cada vez menos espaço para comportar uma mesa de desenho nos tamanhos atuais.
Como será projetado esse produto?	Através da Metodologia Experimental de Gui Bonsiepe (1986).
SIBD/SFBD	Desenhar uma mesa de desenho que atenda as necessidades de pessoas com espaços reduzidos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

8.2 ANÁLISES

Nesta etapa o autor analisou o artefato a ser desenvolvido de várias maneiras, tanto no âmbito estrutural como no mercadológico. Desta forma foi criada uma base de dados que auxiliará na definição do problema.

8.2.1 Análise Denotativa

A Análise Denotativa é síntese e a simplicidade de cada significado de palavras que representem o artefato, ou funções que estão sendo buscadas para o mesmo.

Tabela 02: Análise denotativa

Mesa	<ol style="list-style-type: none"> 1- Móvel que, além de outras aplicações, serve para sobre ele se pôr as iguarias, na ocasião da refeição 2- Qualquer superfície lisa e horizontal.
Desenho	<ol style="list-style-type: none"> 1- Arte de representar objetos por meio de linhas e sombras. 2- Objeto desenhado.
Retrátil	<ol style="list-style-type: none"> 1- Que se pode retrain, que tem a faculdade de se retrain. 2- Que produz retração: Força retrátil.
Prático	<ol style="list-style-type: none"> 1- Pertencente ou relativo à prática ou ação. 2- Próprio para ser usado ou aplicado na prática ou a ser adaptado ao uso efetivo.
Quadro	<ol style="list-style-type: none"> 1- Espaço ou objeto quadrado ou retangular: Quadro-negro. 2- Representação visual de um tema sobre tela, papel ou outra superfície, feita por pintura, desenho ou outro processo.
Estimulante	<ol style="list-style-type: none"> 1- Que estimula. 2- Que tem a propriedade de ativar ou excitar a ação orgânica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

8.2.2 Análise Sincrônica

A análise sincrônica é onde são estudados artefatos similares disponíveis no mercado, atributos como, material, fabricação, funções e preço de mercado são importantes de ser comparados.

Na sua maioria as mesas comercializadas têm dois tamanhos, uma média de 80cm x 60cm e uma tamanho grande de 100cm x 80cm.

Na figura 18 temos uma mesa Trident de madeira com tampo de aglomerado medindo 100cm x 80cm. Contém um sistema de fechamento por dobradiças metálicas e apoio para os pés. Valor de R\$ 280,00.

Figura 18: Mesa Trident Estudante



Fonte: <http://www.trident.com.br/>

Na figura 19 temos a Trident Tub 14G uma mesa de aço tubular com quatro reguladores de altura e tampo de aglomerado de 100cm x 80cm. Valor de R\$ 525,00

Figura 19: Mesa Trident Tub 14G



Fonte: <http://www.trident.com.br/>

A Mesa Trident Tub 13G é produzida em aço tubular e placas de aço que formam uma bandeja para colocar materiais, tampo de aglomerado e dois reguladores de altura como podemos ver na figura 20. Valor R\$ 609,00.

Figura 20: Mesa trident Tub 13G



.Fonte: <http://www.trident.com.br/>

A Trident Tub 10G é bem parecida com a mesa anterior, difere apenas na redução de componentes, uma bandeja horizontal e tem apenas um regulador de altura, tornando a tarefa mais simples, como mostra a figura 22. Valor de R\$ 594,00.

Figura 21: Trident Tub 10G



Fonte: <http://www.trident.com.br/>

A Trident CV 01 é produzida em ferro e acompanha tampo de aglomerado, possui um sistema de fechamento para armazenagem e apoio para os pés, como as outras mesas mede 100cm x 80cm, exemplificado na figura 23. Valor de R\$ 462,00.

Figura 22: Mesa Trident CV 01



Fonte: <http://www.trident.com.br/>

Na figura 24 temos a Trident CV 02, que é uma mesa mais robusta produzida em ferro, contém bandeja e apoio para os pés e um sistema de molas que facilita a regulagem de altura e inclinação da mesa. Valor de R\$1.011,00.

Figura 23: Mesa Trident CV 03



Fonte: <http://www.trident.com.br/>

As duas próximas mesas são as mais completas e caras da marca Trident e, além disso, elas são bem maiores que as anteriores, tendo 150cm x 100cm. Na figura 25 temos a Trident CV 03, uma mesa robusta produzida em ferro, ela tem apoio para os pés que pode ser regulado e a regulagem de altura e inclinação do tampo é feita por um sistema de molas e um sistema hidráulico. Valor de R\$ 1.353,00.

Figura 24: Mesa Trident CV 03



Fonte: <http://www.trident.com.br/>

A figura 26 é uma Trident CV 04, que é muito parecida com sua irmã CV 03, ela diferencia em uma redução de componentes e um sistema mais fácil de ser manuseado. As duas mesas tem um encaixe lateral onde pode ser posto uma pandeia articulada que pode ser comprada separada, como mostram as figuras 26 e 27.

Figura 25: Mesa Trident CV 04



Fonte: <http://www.trident.com.br/>

Figura 26: Bandeja articulada Trident



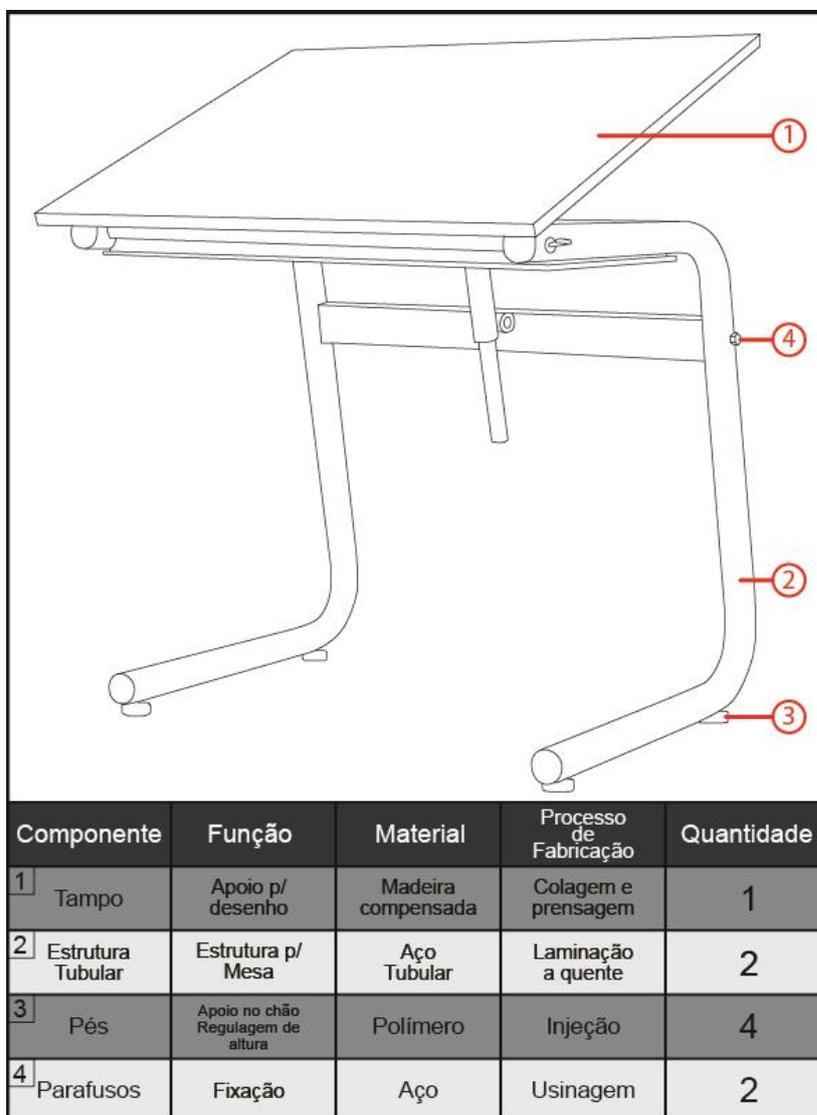
Fonte: <http://www.trident.com.br/>

8.2.3 Funcional/Estrutural

Esta análise tem como objetivo identificar os componentes e subcomponentes estruturais, união, tipo de montagem e materiais usados, bem com a função de cada um desses componentes e subcomponentes. O objeto de análise aqui apresentado é uma mesa Trident Tub 10G, uma mesa simples e de valor acessível.

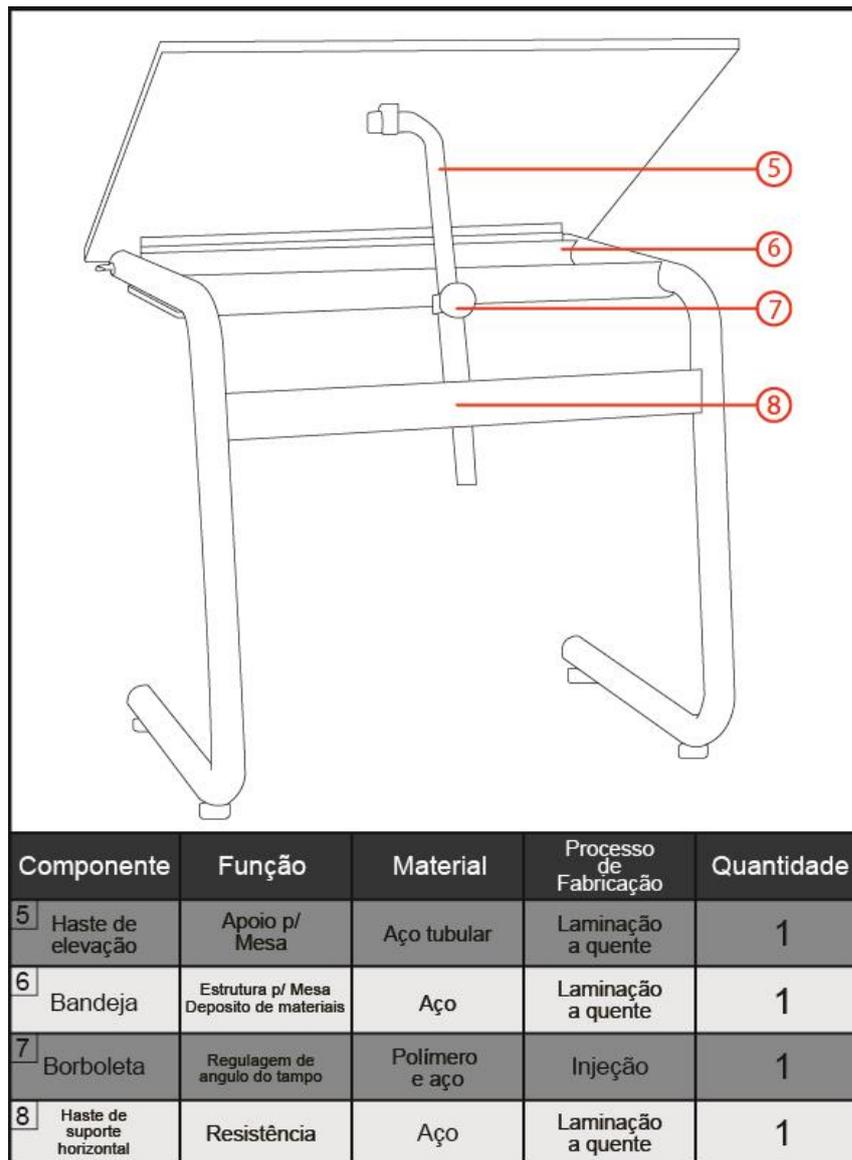
Nas figuras 27 e 28 temos a mesa em análise e uma tabela com seus componentes e suas devidas funções.

Figura 27: Análise estrutural e funcional, frente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 28: Análise estrutural e funcional, costas.

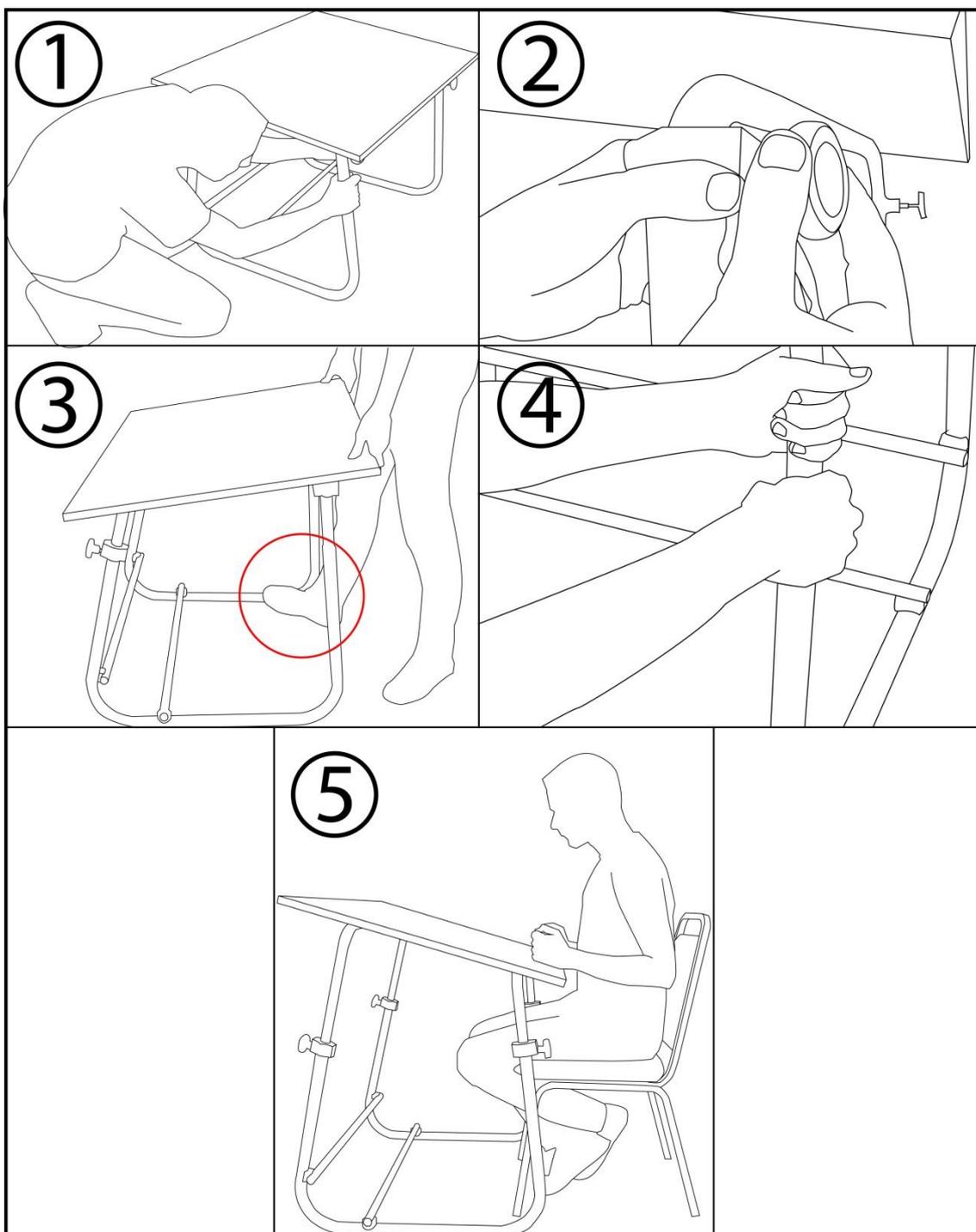


Fonte: Elaborado pelo autor.

8.2.4 Análise de Uso

Na análise de uso do produto foi utilizada uma mesa tubular de quatro sistemas de nivelamento e inclinação, com suporte para os pés e tampo de aglomerado. A figura 29 mostra uma sequencia de imagens mostrando a ordem das tarefas desde o ajuste de altura até o desenho em si.

Figura 29: Sequência de uso



Fonte: Elaborado pelo autor.

Constatou-se que mesmo tendo a vantagem de a mesa poder ser regulada tanto em altura como em inclinação, para tal tarefa é despendido bastante tempo (de 1 à 3 min) e é necessário segurar com o pé a mesa para que ela possa ser levantada corretamente, como mostra a tarefa número 3, e com a

mesa inclinada não existe algo na mesa que ajude a segurar os materiais dispostos em cima dela.

8.3 LISTA DE REQUISITOS

Segundo Bonsiepe (1986) a lista de requisitos serve para orientar o processo projetual em relação às metas a serem atingidas, e que se deve atribuir um “peso” a cada requisito para ordena-los por importância dentro quadro projetual.

Tabela 03: Lista de requisitos

Incondicional	Desejável	Opcional
Mesa de desenho	Cavalete de pintura	Bandeja para materiais
Mesa de luz	Fiação não aparente	Outras cores de luz
Fixado na parede para parecer um quadro	Quando fechado esconde o sistema	Molduras diferentes
Sistema de retração	Leve e fácil de usar	Sistema do mesmo material da mesa

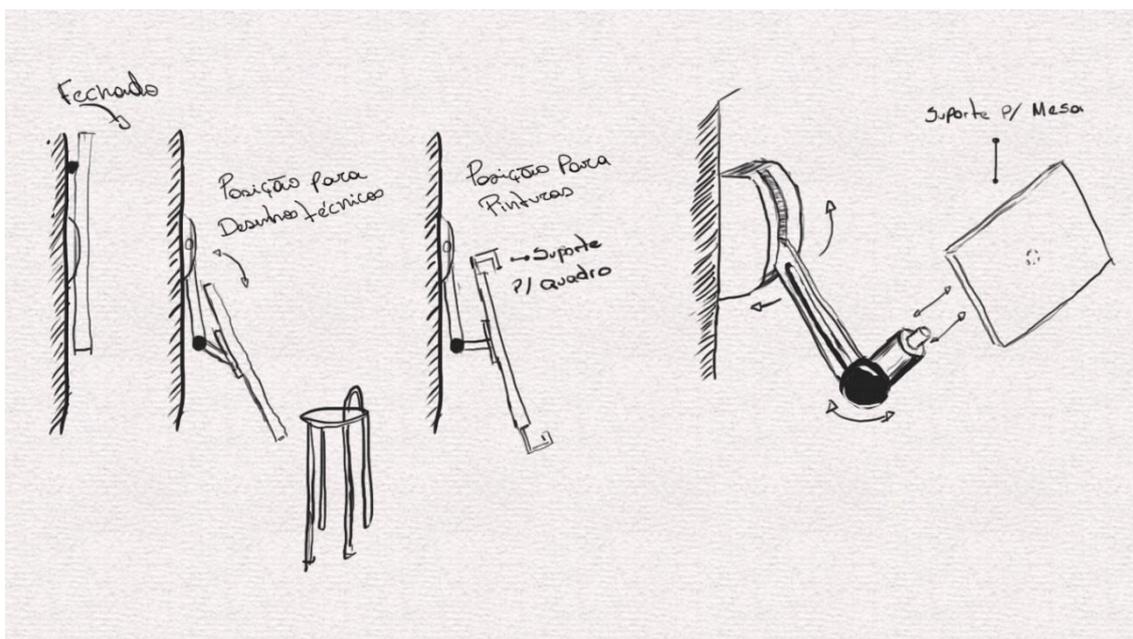
Fonte: Elaborado pelo autor.

8.4 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Neste capítulo é onde os dados já foram tratados e a informação gerada foi usada como combustível para os exercícios de geração de alternativas.

Alguns dos primeiros desenhos estão na figura 30, onde na imagem A, temos um rascunho de um sistema de trilho para descer a mesa pela parede, dessa forma ela necessitaria de uma haste para ficar parada no ângulo de trabalho. Na imagem B uma ideia de alças reguláveis presas a mesa para que ela sustentasse um quadro para pintura artística. Um lugar para guardar objetos com uma gaveta escondida é apresentado na imagem C, junto com outro mecanismo para guardar os materiais de desenho. Já na imagem D temos uma mesa mais simples que não poderia ser posta na altura de um quadro.

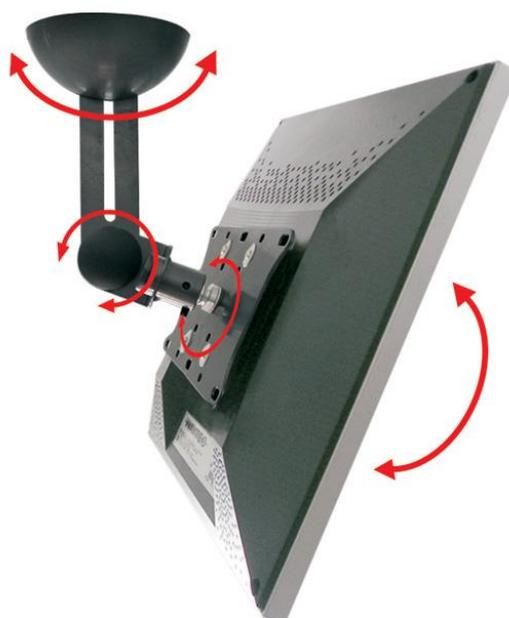
Figura 31: Geração de alternativa: Sistema de suporte



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses sistemas foram baseados em suportes para TVs que existem no mercado, como podemos ver na figura 31.

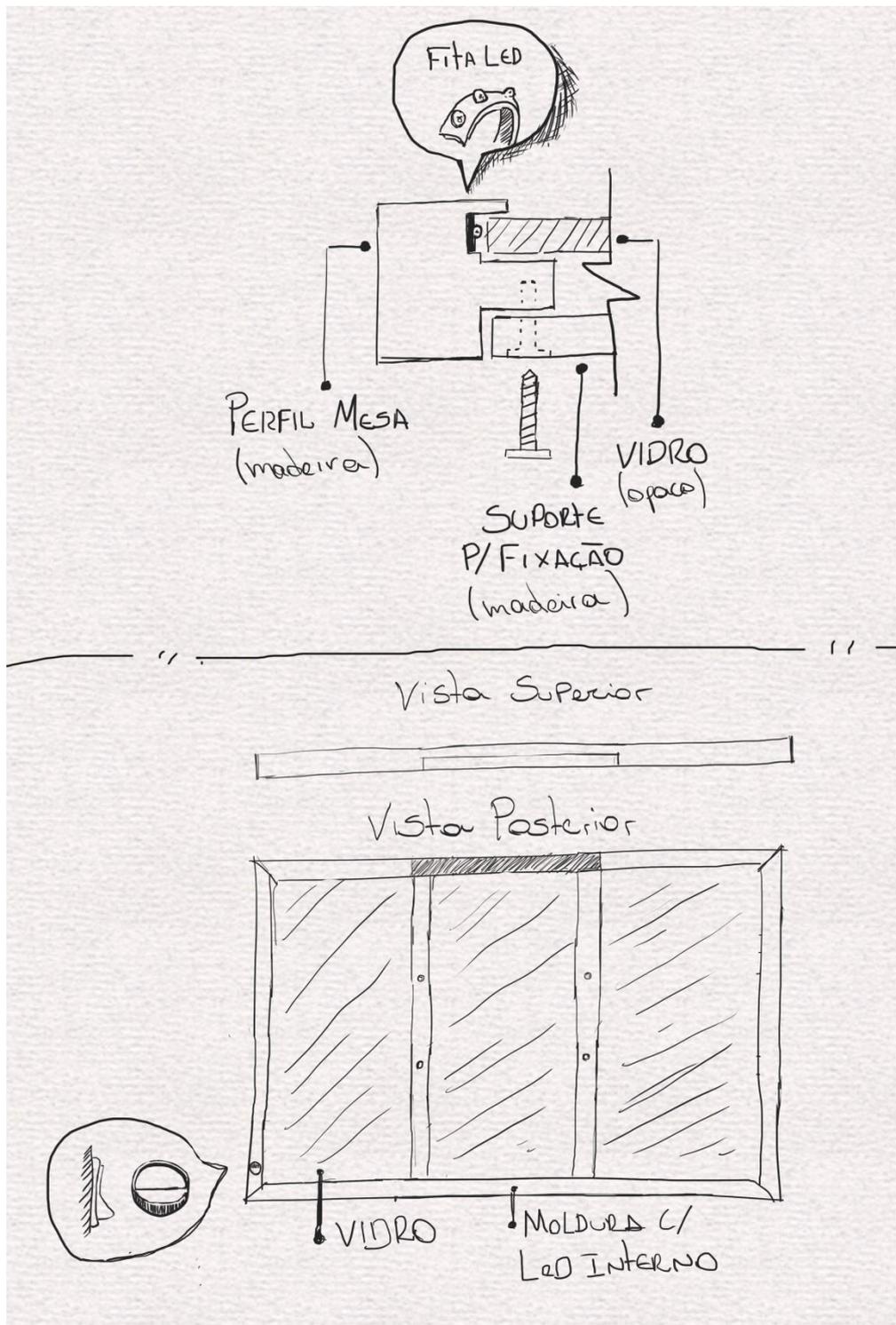
Figura 32: Suporte para TV



Fonte: <http://www.mastereletr.com.br/photos/Suporte.jpg>

Os desenhos na figura 33 dão um exemplo de perfil para a moldura da mesa, onde teria uma fita led embutida onde o vidro se encaixa. Na vista posterior da mesa podemos ver duas hastes onde será encaixado o sistema de inclinação.

Figura 33: Geração de alternativa_Perfil mesa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 34 abaixo temos um exemplo de fita led encontrada no mercado e vendida a metro, ela mede 8mm de largura.

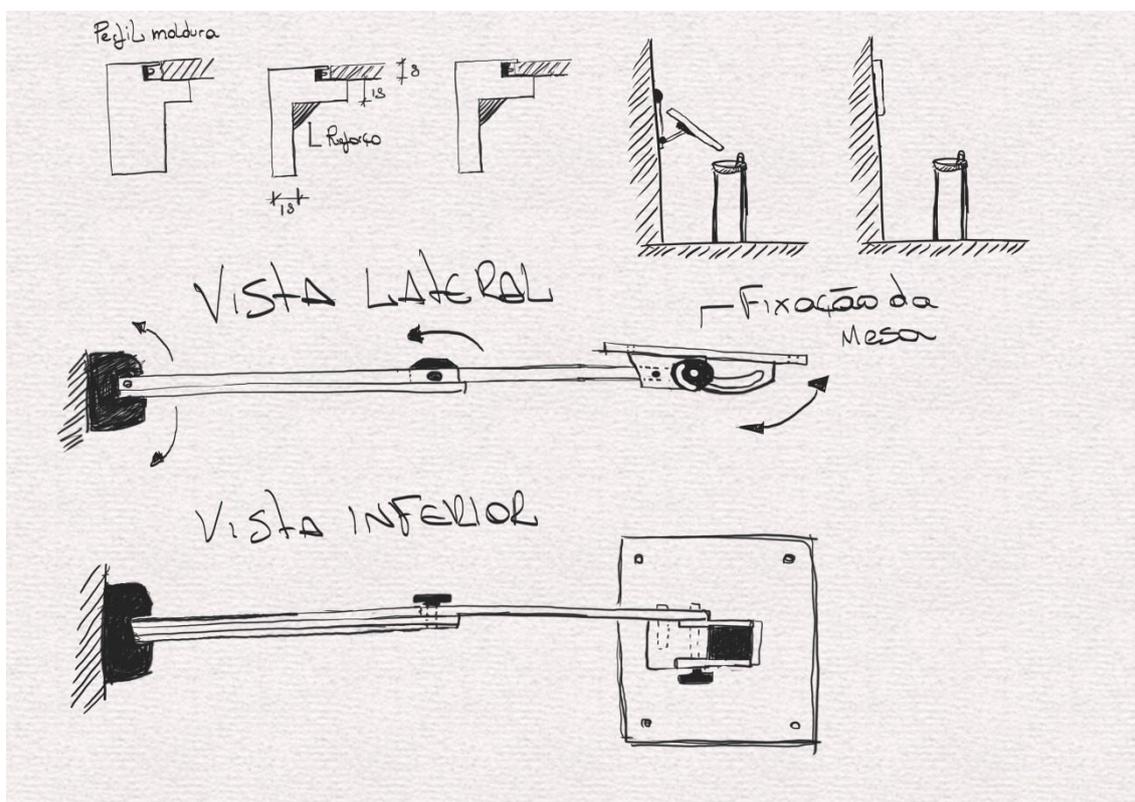
Figura 34: Fita Led



Fonte: http://www.lampadasgolden.com.br/imgs/fita_led20.jpg

A figura 35 mostra como funcionaria o sistema para que a mesa pudesse ser recolhida, e também mais alguns tipos de perfis para a moldura da mesa.

Figura 35: Geração de alternativa_ molduras e detalhamento sistema



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para melhor entendimento de como funcionaria o sistema e para termos uma melhor noção do espaço que ele ocuparia, foram produzidos modelos 3d de maneira simples, sem detalhamento de peças.

O modelo da figura 36 mostra a mesa aberta (A) e com a luz ligada (B), pronta para ser usada. A imagem C mostra que o sistema de fechamento se divide em três peças, uma fixa na parede (D) com articulação de 180°, a segunda peça é a que, quando aberta fica encostada na parede para dar suporte ao peso da mesa e do usuário sobre ela, e por último a haste que faz a regulação da altura da mesa e a distância que ela ficará da parede, essa haste em conjunto com a encostada na parede formam um triângulo para reforçar a distribuição das forças aplicadas sobre a mesa.

Figura 36: Modelo 3d aberto



Fonte: Elaborado pelo autor.

A moldura é profunda como mostra a imagem C, para que quando fechada junto à parede esconda todos os sistemas. Um botão pequeno e discreto foi posicionado a esquerda para acender a luz da mesa.

A figura 37 nos mostra que quando fechado todos os sistemas são escondidos atrás da moldura, fazendo a mesa parecer um quadro. Esse conceito vem para estimular o usuário a deixar seu desenho, mesmo que inacabado, como uma obra de arte em seu escritório ou sua casa, e ainda pode-se deixar a luz ligada para realçar seu trabalho.

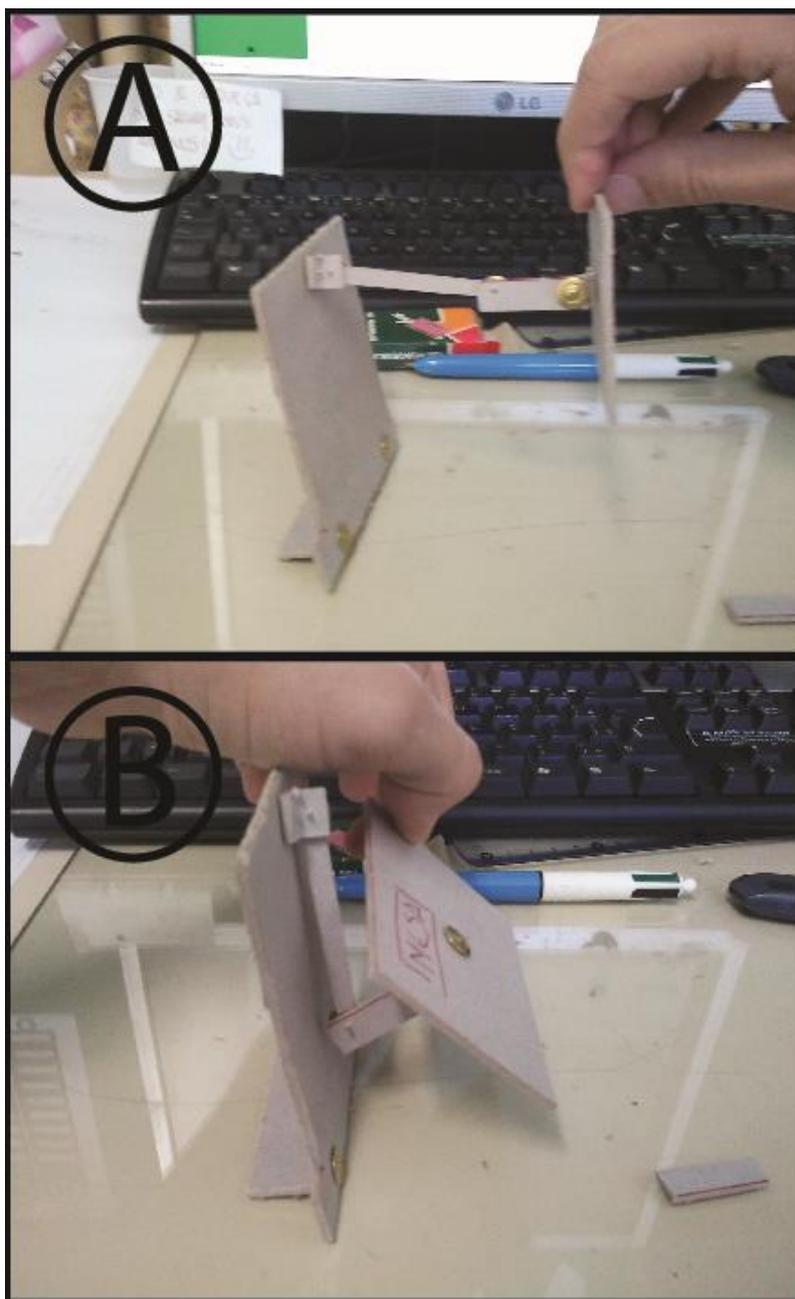
Figura 37: Modelo 3d fechado



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que essa ideia fosse mais bem estudada, o autor desenvolveu um mockup de papel, a fim de verificar as resistências da estrutura. Na Figura 38 temos fotos desse modelo para pensar. Foi constatada a fragilidade de um sistema com apenas um ponto de fixação na parede e uma haste, o produto não teria como se sustentar sem alguns ajustes no projeto, e provavelmente não resistiria ao peso do usuário, certamente pendendo para algum dos lados.

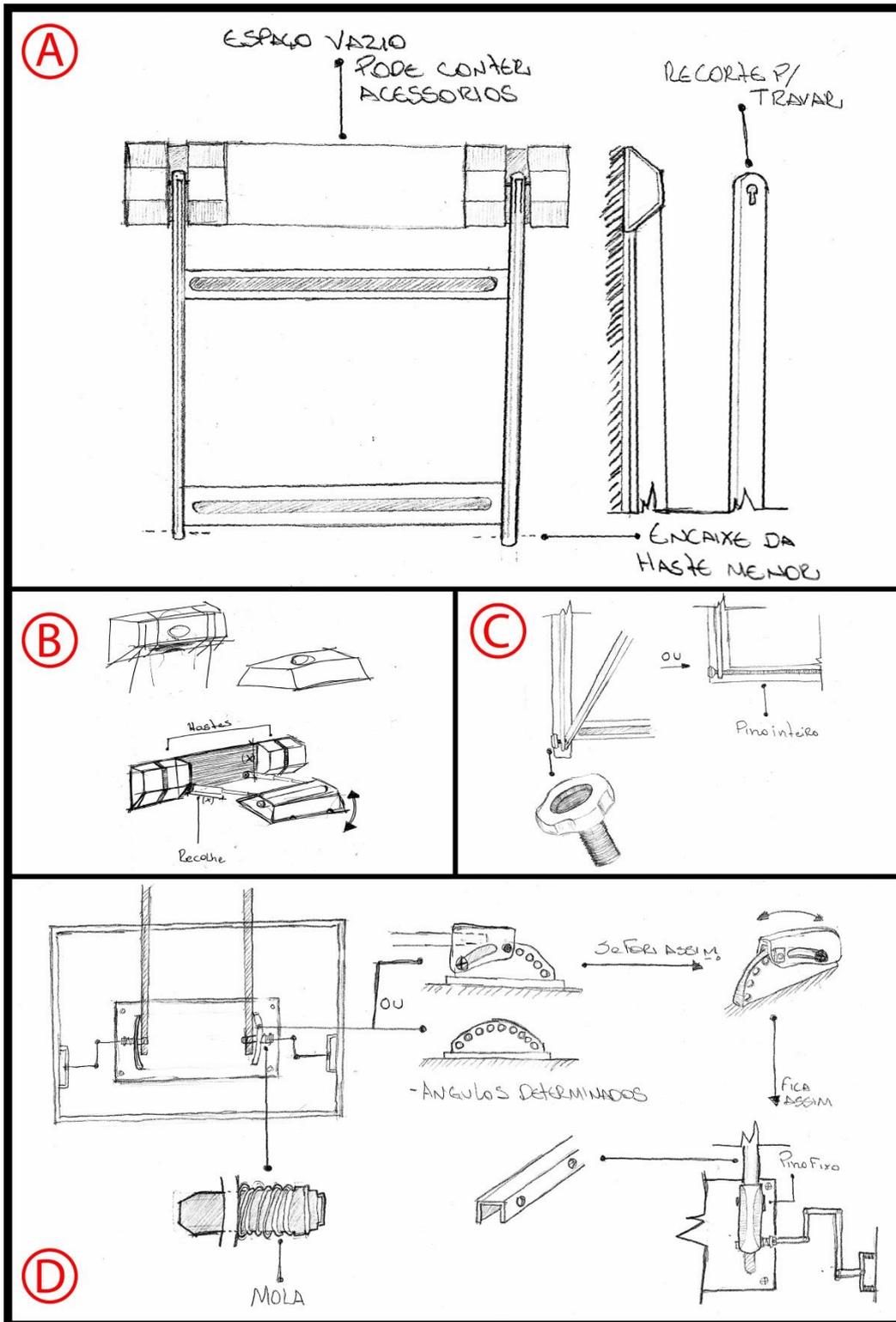
Figura 38: mockup de papel para pensar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 39 traz alguns estudos de como poderia ser os sistemas de fixação e inclinação. Na imagem A temos uma evolução do desenho anterior, desta vez, temos dois pontos de fixação, criando uma melhor estabilidade. Entre esses dois pontos, temos um espaço vazio, que pode ser usado para adicionarmos um acessório, como uma luminária (B). Na imagem D foi feito um estudo de um possível sistema de inclinação para a mesa, onde seria acionado por um botão em cada lateral interna da mesa.

Figura 39: Geração de alternativa: sistemas de fixação e inclinação



Fonte: Elaborado pelo autor.

8.5 PROJETO

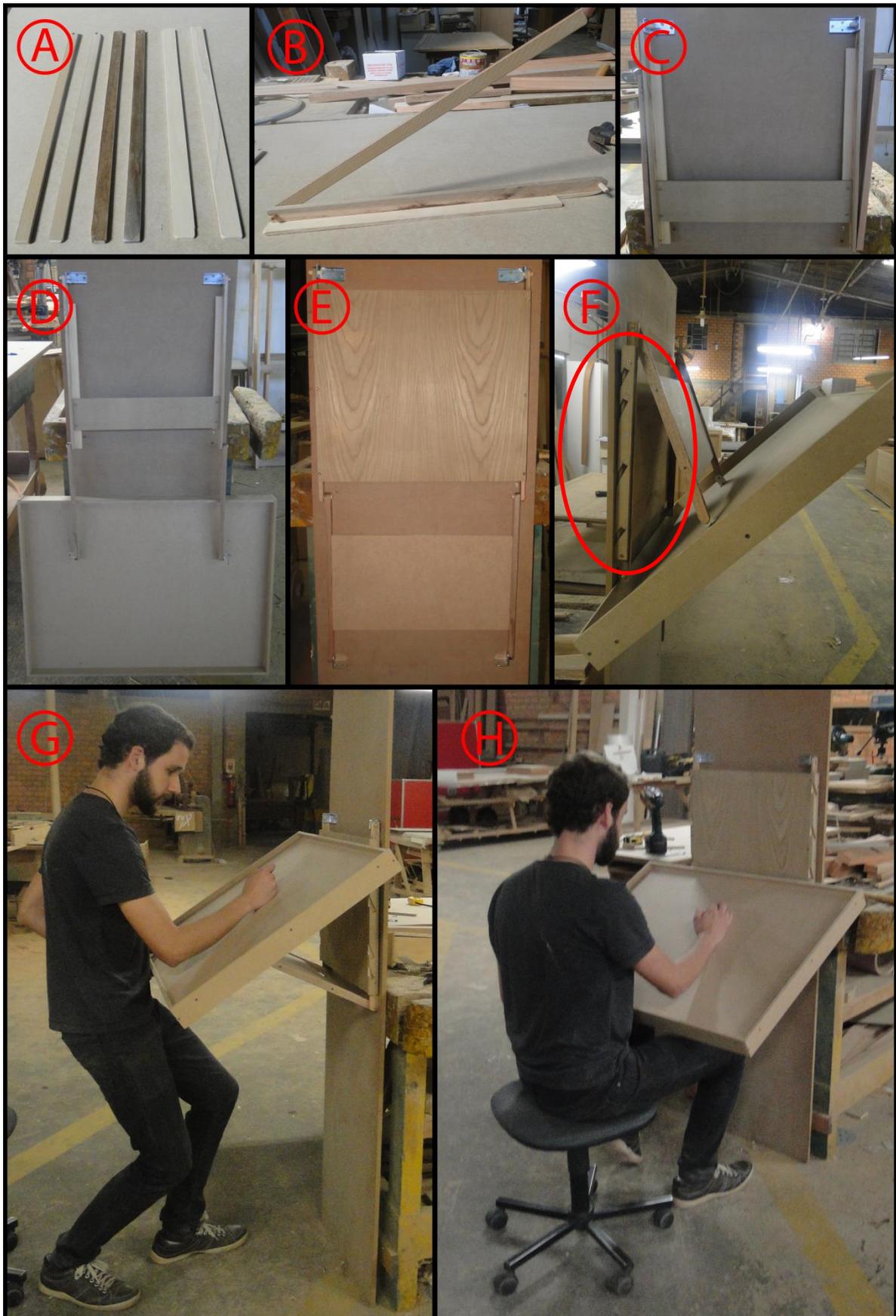
Esta etapa se trata do projeto do artefato proposto, mostrando como o autor chegou a solução, especificações ergonômicas, detalhamento técnico e alguns renders para melhor entendimento do projeto.

A partir de desenhos e estudos desenvolvidos na geração de alternativas, o autor desenvolveu um mockup em escala real, como mostra a Figura 40 para que com ele fosse realizados testes mais precisos.

Durante a construção do mockup em 1:1 varias modificações e detalhes foram acertados, a imagem A mostra as hastes de sustentação cortadas e furadas, onde na imagem B foram fixadas provisoriamente com uso de tarugos de madeira. Na imagem C as duas partes do sistema já foram fixadas em uma parede de MDF, podemos ver que o autor adicionou uma travessa para aumentar a resistência entre as hastes. A mesa com seu tampo foram fixados, como mostra a imagem D, e está aberta para mostrar seu funcionamento, mas conforme foram feitos alguns testes, foi constatado pelo autor a necessidade de travessas maiores entre as hastes (E) para que a mesa e o sistema não ficassem instáveis.

Na imagem F mostra a mesa se fechando, e também mostra o componente que solucionou o controle de altura e de angulação do tampo. As imagens G e H já mostram o projeto em funcionamento, onde as alturas e ângulos são pré-determinados por uma peça dentada presa nas laterais do sistema que vai à parede. Essas alturas e ângulos foram determinados com base nos princípios ergonômicos abordados neste trabalho.

Figura 40: mockup escala 1:1



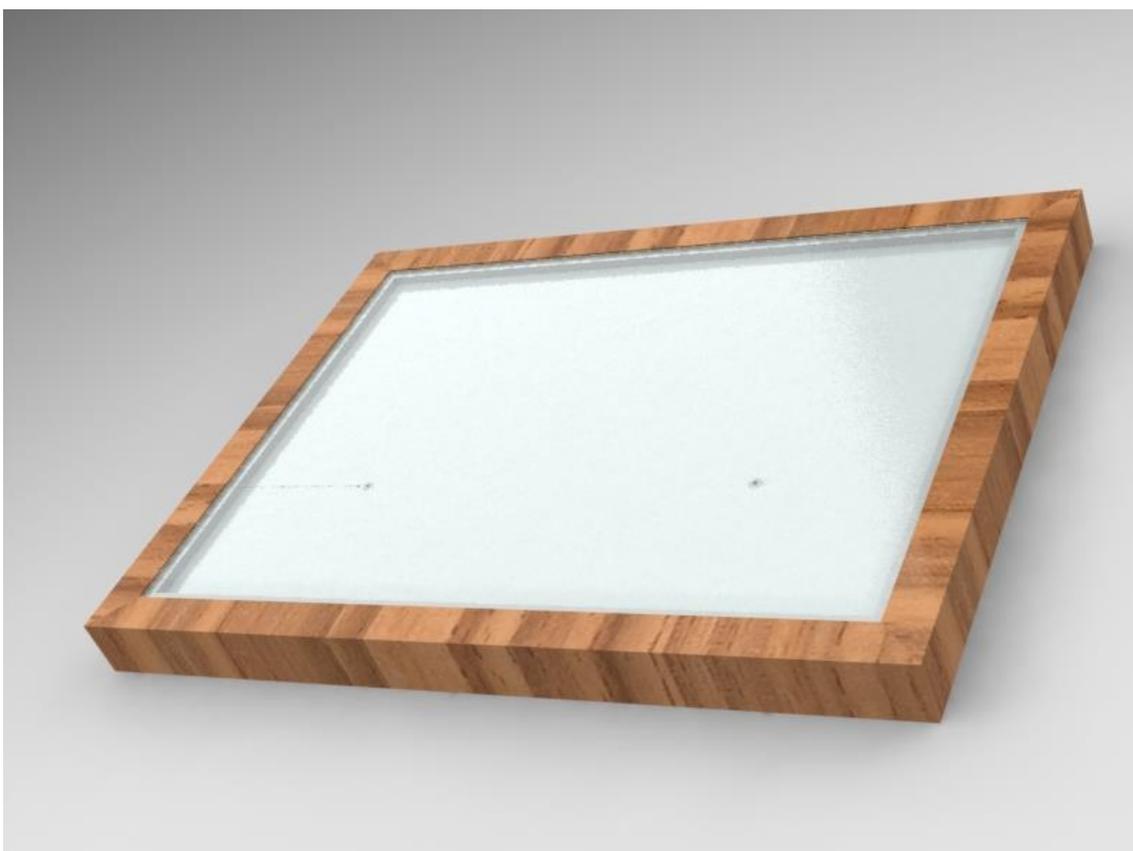
Fonte: Elaborado pelo autor.

8.5.1 Resultados

Após o mockup em escala 1:1, poucos detalhes precisaram ser alterados, mas o fator que mais influenciou essas mudanças foi à troca dos materiais. O artefato desenvolvido é constituído de um tampo de vidro acidato preso a um perfil de MDF laminado, esse conjunto é sustentado por um sistema inteiro de aço.

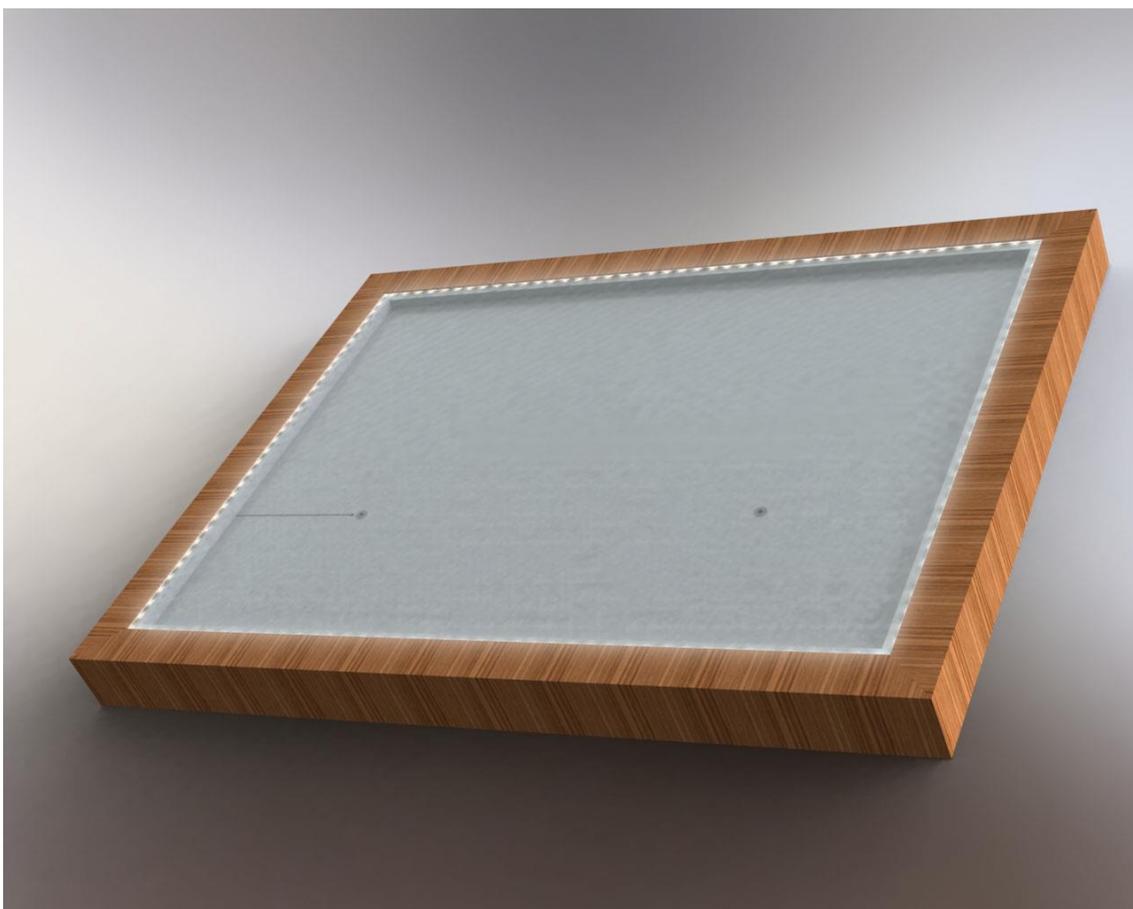
A alternativa escolhida representa bem o conceito de um quadro de arte pendurado na parede, e como toda a sua moldura é produzida em MDF é possível termos diferentes padrões de laminação para a moldura, deixando a escolha ao cliente, para que assim ele tenha uma maior opção de estilo para sua casa ou escritório. Medindo 80cm x 60cm, as figuras 41 e 42 mostram uma visualização da mesa com dois padrões diferentes de moldura.

Figura 41: Mesa com luz desligada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

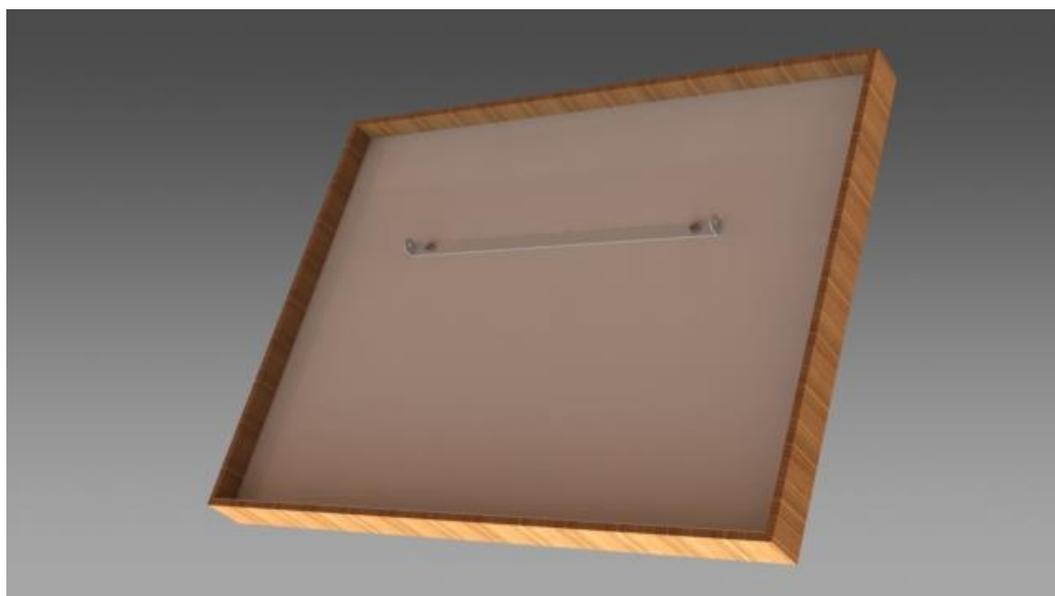
Figura 42: Mesa com LEDs ligados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 43 mostra parte de traz da mesa já com a peça de fixação da articulação.

Figura 43: Costas da mesa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como no mockup a produto funcionará com dois sistemas de articulação que formam um triângulo em conjunto com a mesa, aqui os sistemas e todas as fixações são de aço recortado e dobrado, a figura 44 mostra a mesa aberta em posição de uso.

Figura 44: Mesa em posição de uso.

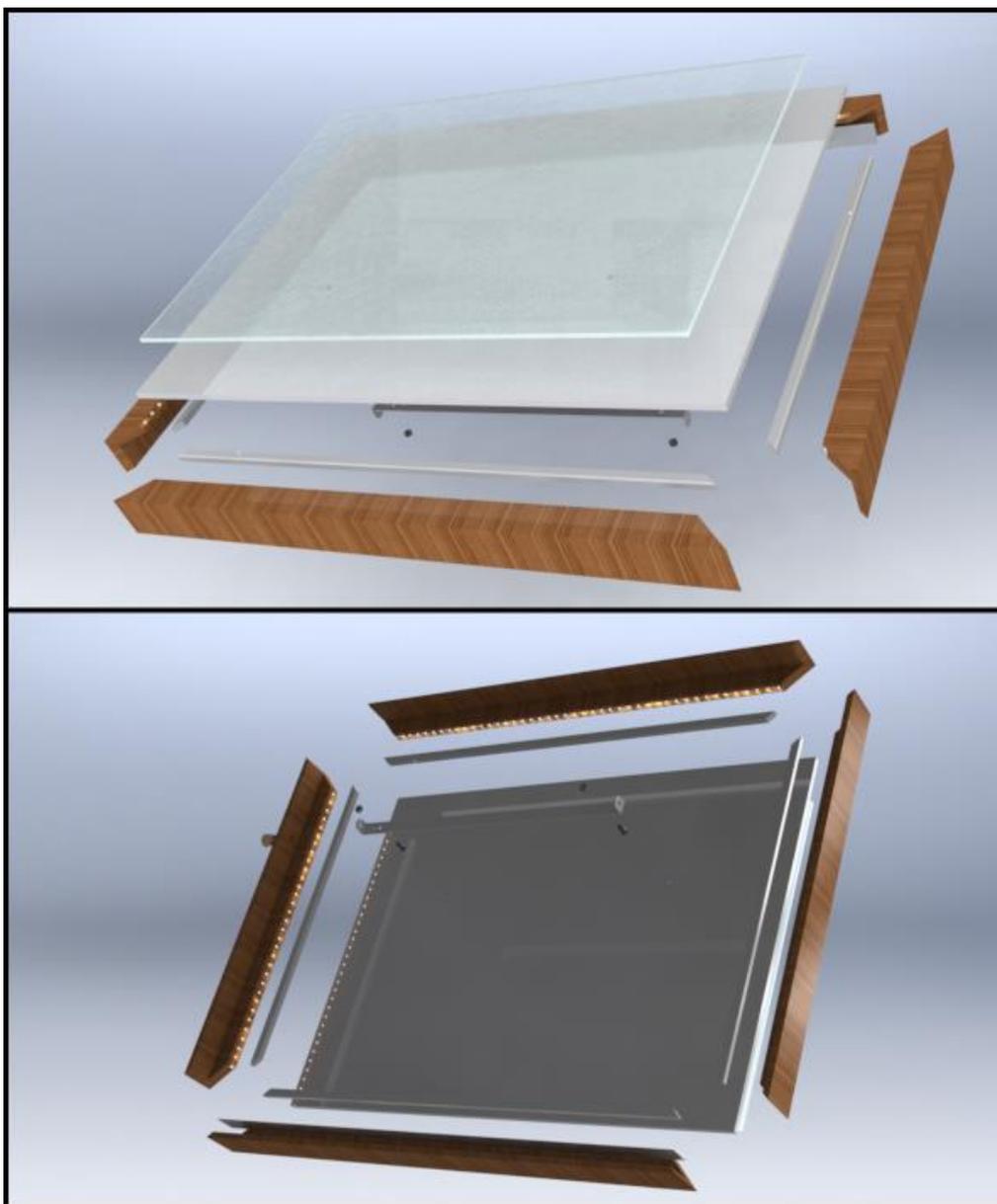


Fonte: Elaborado pelo autor.

8.5.2 Detalhamento

A figura 45 trás a mesa, sem as articulações, em uma vista explodida para um melhor entendimento de seus componentes.

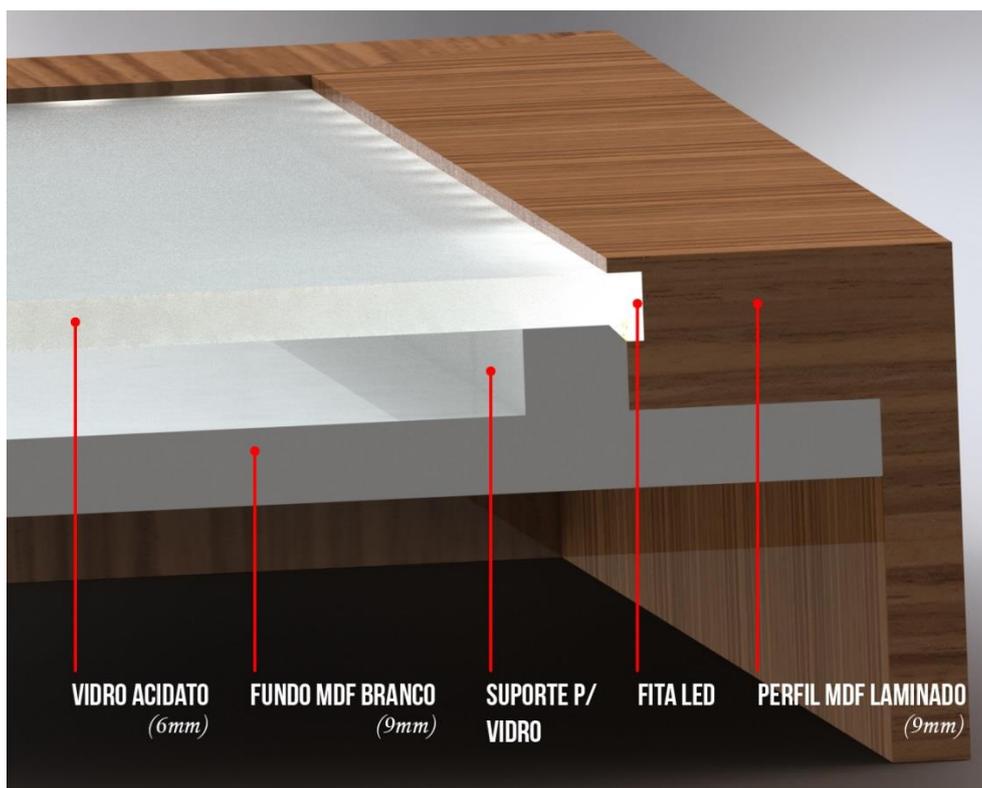
Figura 45: Mesa explodida.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 46 o temos um corte mostrando o perfil da mesa e os encaixes das peças internas.

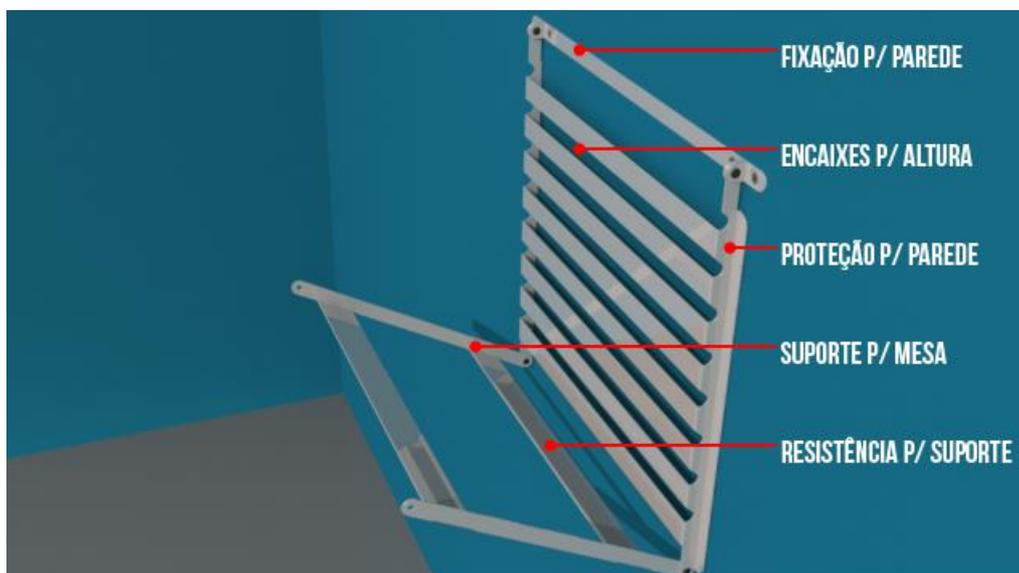
Figura 46: Perfil da mesa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O sistema de articulação é todo composto de chapas de aço recortadas, dobradas e soldadas. Composto de duas peças de articulação e duas peças de fixação, uma destinada à parede onde será instalada a mesa e a outra à própria mesa. A Figura 47 mostra esse sistema.

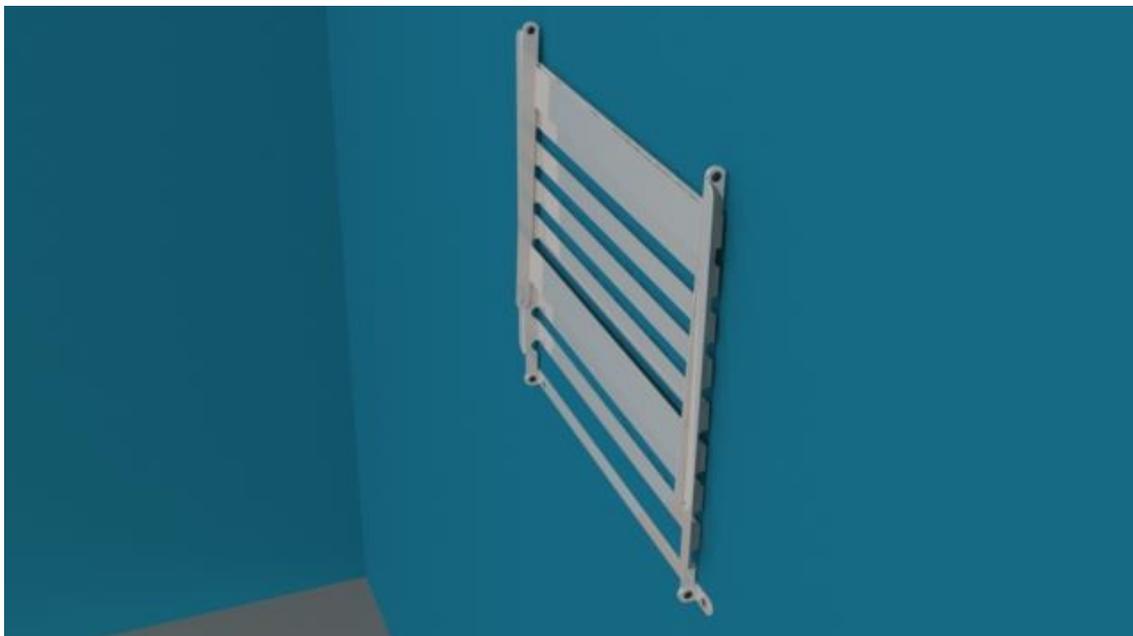
Figura 47: Sistema aberto com legendas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 48 temos o sistema condicionado de forma que quando estiver com a mesa, a sua moldura irá esconder todo o sistema.

Figura 48: Sistema de articulações fechado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando não está em uso, a mesa é recolhida de volta para a parede, escondendo todo o seu sistema de funcionamento dentro da própria mesa, como mostra a figura 49.

Figura 49: Projeto quando não está em uso.

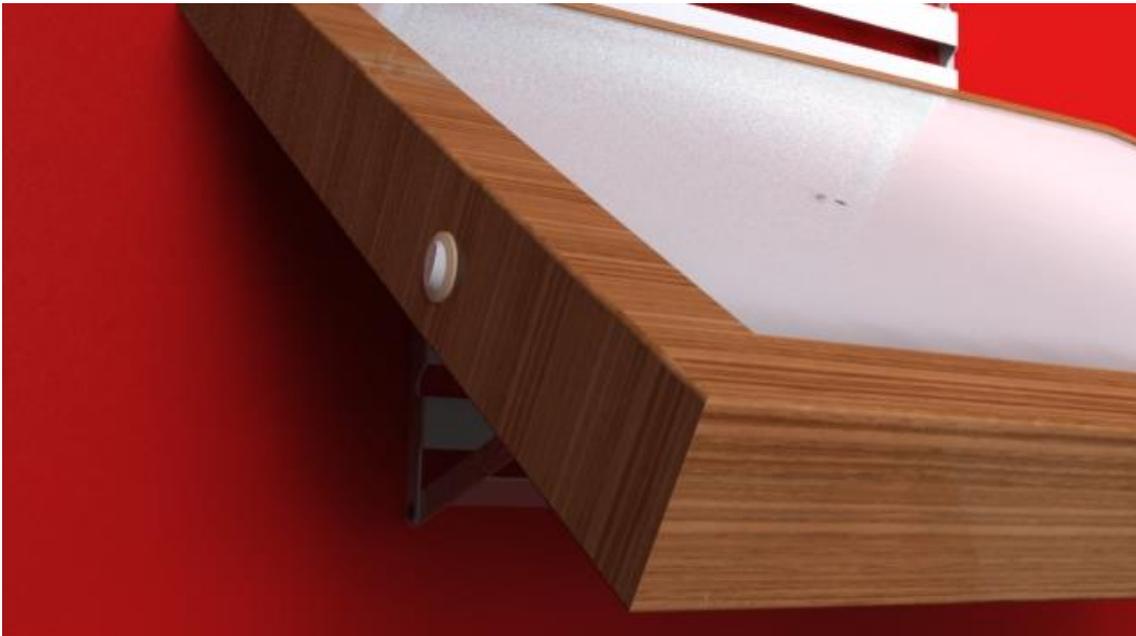


Fonte: Elaborado pelo autor.

O uso da fita adesiva para prender o a folha a mesa é de uso comum entre os profissionais e estudantes das áreas que trabalham com o desenho, esse formato que o projeto toma é uma forma de incentivo para que, quando o usuário não for mais desenhar, não tire a fita adesiva, assim transformando seus desenhos em obras de arte.

Detalhe do interruptor na figura 50.

Figura 50: Detalhe do interruptor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 51 mostra a mesa em uma de suas alturas de uso, no caso à altura para uma banqueta.

Figura 51: Mesa com banqueta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos ver melhor o como funciona o sistema de encaixe para regular as alturas na figura 52.

Figura 52: Mesa com banqueta vista de baixo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos ver que no perfil superior da mesa existe um reforço de aço para não danificar a mesa no encaixe.

8.5.3 Materiais e processos de produção

A mesa de desenho é composta por dois conjuntos de componentes, a o tampo/mesa e a articulação. O perfil da mesa é produzido em MDF 9mm laminado pelo padrão de cor escolhido. O Suporte para o vidro e o fundo da mesa também são MDF 9mm, mas estes pintados de branco, para assim dar mais intensidade a iluminação produzida pelas fitas de LED, estas por sua vez são fitas com adesivo atrás medindo 8mm de largura e 2mm de espessura. Para ligar os LEDs foi adicionado na lateral esquerda do perfil da mesa um interruptor redondo e pequeno, próprio para LEDs. A fiação para os LED é passada pelos braços articuladores até um ponto de luz próximo a fixação da mesa a parede.

O vidro escolhido é um vidro branco acidato de 6mm, essa espessura foi escolhida pela relação entre sua resistência e o peso mais baixo que outros de espessura maior. Na parte interna do perfil superior existe uma chapa de aço 1mm para proteger a madeira dos encaixes de altura, como mostrou a figura 52.

O sistema de articulação, que também é o de fixação, tanto na parede quanto na mesa, é produzido inteiramente de chapas de aço 1,8mm recortado a laser, dobrado e em alguns casos soldado. A fixação entre o sistema e a mesa é feito com parafuso de cabeça cônica m6x16 e fixado do outro lado por uma porca de nylon. A fixação entre as articulações é feita com parafuso e porca de nylon sextavados de 3/16, e a fixação na parede é feita com bucha plástica de 8mm e parafuso de rosca soberba 5,5mm.

9 CONCLUSÃO

O projeto teve como objetivo desenvolver uma mesa de desenho incorporando o conceito praticidade, de incentivador ao ato de desenhar, e que atenda as expectativas do consumidor, tanto em usabilidade quando no fator econômico.

Para que o projeto fosse desenvolvido, foi preciso adotar uma metodologia, sendo escolhida a Metodologia Experimental de Gui Bonsiepe, dividida em cinco etapas principais, Problematização, Análises, Definição do Problema, Anteprojeto/Geração de Alternativa e Projeto.

No entanto, foram necessários muitos testes com mockups e estruturas em 3D para a construção do projeto.

O projeto funciona de maneira simples, sem utilizar de nenhum sistema complicado e caro, como pistões ou sistemas hidráulicos, como as mesas mais sofisticadas do mercado. Todo ele é fabricado com materiais em abundância no mercado e de valores razoáveis, dispensando assim a necessidade de compra de matéria-prima de um lugar distante onde ela será fabricada, ou seja, economia no transporte. Seus componentes são fáceis de produzir, dispensando moldes. LEDs gastam menos energia que uma lâmpada comum e ocupam menos espaço dentro da estrutura do projeto. Todos esses fatores somados ao fator que o projeto foi projetado para o uso coletivo tornam o resultado com um impacto ao meio ambiente reduzido.

Visto que a vertente tecnológica voltada ao desenho é de um crescimento constante, onde telas de computador se tornam mesas de desenho digital onde se pode fazer todo tipo de efeitos e pinturas, o projeto traz um conceito para estimular as pessoas a voltarem a desenhar a mão, e quem sabe aprender novas técnicas de desenho e pintura em uma mesa onde seus desenhos se tornam obra de arte.

Ao término do projeto, por todas as ideias apresentadas, o objetivo deste trabalho foi alcançado, pois foi desenvolvido um artefato prático, funcional, de um design diferenciado e acima de tudo, possível de ser fabricado com os materiais que temos disponíveis. O projeto vem para preencher uma carência que temos hoje no mercado de materiais para desenho.

Ele ainda poderá ser fabricado em um tamanho de mesa maior, seguindo os padrões de mesas de desenho de 100cmX80cm.

Posteriormente será desenhada uma luminária que ficará embutida junto da fixação à parede, essa luminária será opcional na compra pelo cliente.

REFERÊNCIAS

ASHBY, Michale F.; JONES, David R.H. **Engenharia de materiais**: uma introdução a propriedades, aplicações e projeto. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2007.

AKCELRUD, Leni. **Fundamentos da Ciência dos Polímeros**. São Paulo: Editora Manole, 2007

ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara . **Materiais e Design**: Arte e ciência da seleção de materiais no design de produto. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2011.

ASHBY, Michale F.; JONES, David R.H. **Engenharia de materiais**: uma introdução a propriedades, aplicações e projeto. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2007.

BONSIEPE, Gui e outros. **Metodologia Experimental**: Desenho Industrial. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1986.

DUL, Jan. **Ergonomia prática**. 2 ed. São Paulo: Blucher , 2004.

CAPRA, Fritjof. **As conexões ocultas**: Ciência para uma vida sustentável. São Paulo: Cultrix, 2002.

IIDA, Itiro. **Ergonomia**: Projeto e Produção. 2 ed. São Paulo: Editora Bluncher, 2005.

IPEA/UNICAMP-IE-NESUR/IBGE. Caracterização e tendências da rede urbana do Brasil. Campinas, Unicamp (Coleções Pesquisas, 3), 1999.

LESKO, Jin. **Design industrial**: Materiais e processos de fabricação. São Paulo: Editora Bluncher, 2004

KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a Idade das Coisas Leves**: Design e Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Editora Senac, 2005

MADEIDURA. Disponível em < <http://www.madeidura.com/>>. Acesso em 11 de novembro de 2012

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **Desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Editora Edusp, 2008.

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento humano para espaços interiores**: um livro de consulta e referência para projetos. Barcelona: G. Gili, 2008.

ECOVIRRS-AGADEM. Disponível em:< <http://www.secovirsagademi.com.br/>>. Acesso em: 15 junho. 2012.

TILLEY, Alvin R; Henry Dreyfuss Associates. **As medidas do homem e da mulher**: fatores humanos em design. 2 ed. São Paulo: Editora Bookman, 2007.

TRIDENT. Disponível em: <<http://www.trident.com.br/>>. Acesso em: 10 junho. 2012.

APENDICE A – Desenhos técnicos