

Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação
Programa de Pós-graduação em Design



Diferentes materiais no desenvolvimento de produtos e
a sua influência na experimentação em Design.

Douglas Daniel Pereira

Bauru - 2020

Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação
Programa de Pós-graduação em Design

Diferentes materiais no desenvolvimento de produtos e a sua influência na experimentação em Design.

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Design, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP – Campus Bauru, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutorado em Design.

Orientador: Prof. Dr. Olímpio José Pinheiro.

Bauru - 2020

Pereira, Douglas Daniel.

Diferentes materiais no desenvolvimento de produtos e a sua influência na experimentação em Design / Douglas Daniel Pereira, 2020 164 p.: il., tabs., fotos

Orientador: Olimpio José Pinheiro

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação, Bauru, 2020

1. Design. 2. Materiais. 3. Modelagem. 4. Percepção. 5. Modelos e Protótipos. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.

Banca de avaliação

Titulares

Prof. Dr. Olímpio José Pinheiro

FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Orientador

Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli

FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Prof. Dr. Fausto Orsi Medola

FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Prof. Dr. Raul José Ribeiro de Matos Cunha

FBAUL - Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa - Universidade de Lisboa

Profa. Dra. Rita Assoreira Almendra

FAULisboa - Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa - Universidade de Lisboa

Suplentes

Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos

FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Prof. Dr. Manoel Guedes Alcoforado Neto

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Tomas Queiroz Ferreira Barata

FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE DOUGLAS DANIEL PEREIRA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 17 dias do mês de fevereiro do ano de 2020, às 09:00 horas, no(a) Auditório da Seção Técnica de Pós-graduação da FAAC, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. OLIMPIO JOSE PINHEIRO - Orientador(a) do(a) Programa de Pós-Graduação em Design / FAAC/UNESP/Bauru, Prof. Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI do(a) Programa de Pós-Graduação em Design / FAAC/UNESP/Bauru, Prof. Dr. FAUSTO ORSI MEDOLA do(a) Programa de Pós-Graduação em Design / FAAC/UNESP/Bauru, Prof. Dr. RAUL JOSÉ RIBEIRO DE MATOS CUNCA do(a) Departamento Design de Equipamento / Industrial / Faculdade de Belas-Artes/ ULisboa, Profª. Drª. RITA ASSOREIRA ALMENDRA do(a) Design / FAULisboa, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de DOUGLAS DANIEL PEREIRA, intitulada **Diferentes materiais no desenvolvimento de produto e a sua influência na experimentação em Design**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. OLIMPIO JOSE PINHEIRO

Prof. Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI

Prof. Dr. FAUSTO ORSI MEDOLA

Prof. Dr. RAUL JOSÉ RIBEIRO DE MATOS CUNCA

Profª. Drª. RITA ASSOREIRA ALMENDRA

Dedicatória

A eles que são o alicerce e a razão de tudo, fontes de inspiração, exemplo, amizade, amor,
carinho e companheirismo.

Pai, Wilson Alves Pereira

Mãe, Maria Benedita A. Oliveira Pereira

Irmão, Diego Dalvan Pereira

Irmã, Daniele Alves Pereira

Noiva, Jamille Noretza de Lima Lanutti

Agradecimentos

Á DEUS

Pela vida e proteção sempre.

A MARIA SANTÍSSIMA, mãe que sempre caminha ao meu lado, guardando e iluminando e intercedendo por mim.

Ao meu pai e minha mãe pelo amor, carinho e apoio incondicional sempre. Por me permitirem e sempre me incentivarem a estudar e ter a chance de conquistar meus sonhos.

Ao meu irmão e minha irmã pela amizade e amor de irmão e pela ajuda e apoio e parceria ao longo desses anos.

A minha noiva que sempre me apoia e me ajuda. Obrigado pela cumplicidade, pelo cuidado, incentivo e amor, mesmo nesse momento atribulado de mudança e por sempre me ajudar, incentivar e acreditar no meu potencial.

A minha avó Therezinha, que me ajuda e incentiva a todo o momento.

A todos os meus familiares que de alguma forma me incentivaram.

Ao Prof. Olimpio José Pinheiro, por acreditar, no potencial desse projeto, obrigado pelo apoio, ajuda, atenção e amizade.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação por compartilharem seus conhecimentos, sabedorias e experiências. Em especial aos professores Fausto Orsi Medola e Luis Carlos Paschoarelli pelo auxílio para com este trabalho e por aceitarem participar da banca e aos professores Raul Cunca e Rita Almendra da Universidade de Lisboa por aceitarem participar da banca.

Ao Prof. Luis Carlos Felisberto, pelas conversas, que fizeram toda diferença para que este projeto fosse realizado e pela amizade.

Aos funcionários da seção de Pós-graduação pela atenção e empenho sempre.

A equipe do Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos – CADEP, que foram imprescindíveis para a realização desse projeto, de maneira particular ao Prof. Fausto e aos integrantes Gabriel e Daniel que toparam entrar nessa aventura pelo mundo dos materiais me auxiliando e colaborando no desenvolvimento do trabalho.

Ao Paulo do Laboratório Didático de Materiais e Protótipos – LDMP pela amizade, auxílio e disponibilidade de utilização do espaço sempre, ao LEI- Laboratório de Ergonomia e Interfaces pela disponibilidade em utilizar o espaço para coleta de dados.

E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes.

Muito Obrigado.

“Quanto a vós, sedes fortes, não vos acovardeis, pois vosso labor terá sua
recompensa”.
(II Crônicas 15,7)

“Materiais, por si sós, pouco nos afetam; é o modo como os usamos que influência as
nossas vidas”.
(Epiteto, 50 100 d.C., Discursos, Livro 2 Capítulo 5)

Resumo

Diferentes materiais no desenvolvimento de produtos e a sua influência na experimentação em Design.

O design é uma atividade projetual e trata da relação do homem com os produtos e sistemas, seus métodos preconizam o uso de testes durante as fases de desenvolvimento do produto e para isto, é necessária a utilização de modelos e protótipos, que são utilizados para verificação das funções morfológicas, estéticas e práticas dos produtos. Esses modelos e protótipos são construídos com as mais variadas técnicas e podem ser confeccionados com diversos tipos de materiais. Levando em conta a importância de testar a percepção dos usuários em relação a esses materiais, este projeto tem como objetivo compreender a percepção do usuário frente a diferentes tipos de materiais que são utilizados para confecção de modelos e protótipos dentro do processo de desenvolvimento de produto. Para isso foram desenvolvidos 27 corpos de prova em diferentes materiais que serão testados com os usuários, com o intuito de analisar a percepção dos mesmos em relação a esses materiais, gerando assim parâmetros para os designers escolherem o material mais adequado para testarem esses modelos e protótipos durante as fases de desenvolvimento do produto e auxiliar na escolha do material que será usado no produto final.

Palavras-chave: *Design, Materiais, Modelagem, Percepção, Modelos e Protótipos*

Abstract

Different materials in product development and their influence on experimentation in Design.

Design is a project activity and deals with the relationship of man with products and systems, his methods recommend the use of tests during the phases of product development and for this, it is necessary to use models and prototypes, which are used for verification of the morphological, aesthetic and practical functions of the products. These models and prototypes are built with the most varied techniques and can be made with different types of materials. Taking into account the importance of testing users' perception of these materials, this project aims to understand the user's perception of different types of materials that are used to make models and prototypes within the product development process. For this, 27 models were developed in different materials that will be tested with users, in order to analyze their perception of these materials, thus generating parameters for designers to choose the most suitable material to test these models and prototypes during the product development phases and assist in choosing the material to be used in the final product.

Keywords: Design, Materials, Modeling, Perception, Models and Prototypes

Sumário

Lista de figuras	XIII
1. Introdução	17
1.1 Justificativa	18
1.2 Questão de pesquisa	18
1.3 Hipótese	19
1.4 Objetivos	19
1.5 Estrutura da tese	20
2. Referencial Teórico	22
2.1. Design e as metodologias	23
2.2. Metodologias e a sua relação com os Modelos e Protótipos	29
2.3. Design e os Materiais.....	41
2.3.1. A importância dos Materiais	44
2.4. A percepção e experiência do usuário	49
2.4.1. Design, modelos e a percepção do usuário	56
3. Materiais e Métodos	59
3.1. Materiais.....	56
3.1.1. Materiais utilizados no desenvolvimento dos modelos.....	61
3.1.1.1. Metais.....	62
3.1.1.2. Polímeros	66
3.1.1.2.1. Termoplásticos	67
3.1.1.2.2. Termofixos.....	73
3.1.1.2.3. Elastômeros	78
3.1.1.2.4. Espumas	80
3.1.1.3. Cerâmicos	84
3.1.1.4. Madeiras	87

3.2. Protocolos	94
3.3. Sujeitos.....	98
3.4. Coleta de Dados	98
4. Análise dos dados	100
5. Resultados e Discussões	101
5.1. Suavidade	101
5.2. Peso	105
5.3. Maleabilidade	109
5.4. Elasticidade	112
5.5. Resistência.....	116
5.6. Rugosidade	119
5.7. Temperatura.....	123
5.8. Brilho	126
5.9. Reflexo	129
5.10. Opacidade	133
5.11. Análise de Desconforto.....	136
5.11.1. Análise de Desconforto do canto A	136
5.11.2. Análise de Desconforto do canto B	138
5.11.3. Análise de Desconforto do canto C	140
5.11.4. Análise de Desconforto do canto D	142
5.12. Análise e síntese dos resultados.....	143
6. Conclusões	147
Referências Bibliográficas	151
Apêndice A	156
Apêndice B	159
Apêndice C	160
Apêndice D	162

Lista de figuras

Figura 01: Organograma do estudo.	21
Figura 02: Diagrama de contextualização teórica	22
Figura 03 - Metodologia, Método, Modelo, Técnica e Ferramenta	28
Figura 04 - Modelo do método Archer	32
Figura 05 - Modelo do método Bonfim	33
Figura 06 - Modelo do método Baxter.....	34
Figura 07 - Modelo do método Jones	35
Figura 08 - Modelo do método Munari	36
Figura 09 - Modelo do método Bonsiepe	37
Figura 10 - Modelo do método Löbach.	38
Figura 11 - Modelo do Método Design Thinking.....	40
Figura 12 - Vorkus, plano de ensino preliminar desenvolvido pela Bauhaus.....	42
Figura 13 - Método de estudo dos materiais proposto por Itten.	43
Figura 14 – Estrutura da tese para Materiais e Métodos.	59
Figura 15 – Modelo desenvolvido para o estudo	60
Figura 16 –Confecção do modelo para estudo.....	61
Figura 17 –Tabela com modelos desenvolvidos e materiais utilizados.....	62
Figura 18 – Modelo 01 confeccionado em Aço.....	64
Figura 19 – Modelo 02 confeccionado em Alumínio	66
Figura 20 – Modelo 03 confeccionado em Polietileno de alta densidade.....	68
Figura 21 – Modelo 04 confeccionado em Polipropileno	69
Figura 22 – Modelo 05 confeccionado em PVC	70
Figura 23 – Modelo 06 confeccionado em Poliacetal	71
Figura 24 – Modelo 07confeccionado em Poliamida	72
Figura 25 – Modelo 08 confeccionado em Resina de Poliéster com carga	74
Figura 26 – Modelo 09 confeccionado em Resina Poliéster sem carga	74
Figura 27 – Modelo 10 confeccionado em Resina Poliéster Cristal	75
Figura 28 – Modelo 11 confeccionado em Resina Epóxi.....	76
Figura 29 – Modelo 12 confeccionado em Resina de Poliuretano	77
Figura 30 – Modelo 13 confeccionado em Resina de Poliuretano Cristal	77

Figura 31 – Modelo 14 confeccionado em Borracha de Silicone Branco	79
Figura 32 – Modelo 15 confeccionado em Borracha de Silicone Azul	79
Figura 33 – Modelo 16 confeccionado em Espuma de Poliestireno Expandido.....	81
Figura 34 – Modelo 17 confeccionado em Espuma de Poliuretano Rígida.....	82
Figura 35 – Modelo 18 confeccionado em Espuma de Poliuretano Flexível.....	83
Figura 36 – Modelo 19 confeccionado em Cibatool.....	83
Figura 37 – Modelo 20 confeccionado em Cimento	85
Figura 38 – Modelo 21 confeccionado em Gesso	86
Figura 39 – Modelo 22 confeccionado em MDF	89
Figura 40 – Modelo 23 confeccionado em Pinus.....	90
Figura 41 – Modelo 24 confeccionado em Mogno.....	91
Figura 42 – Modelo 25 confeccionado em Compensado.....	92
Figura 43 – Modelo 26 confeccionado em Eucalipto	93
Figura 44 – Modelo 27 confeccionado em Bambu	94
Figura 45 – Ilustrações das propriedades apresentadas no protocolo de avaliação da percepção dos modelos.....	96
Figura 46 –Exemplo de propriedades apresentadas no protocolo de avaliação da percepção dos modelos.....	97
Figura 47 – Forma dos corpos de prova com seus diferentes cantos para a avaliação do desconforto em relação a manipulação dos modelos.....	97
Figura 48 – Avaliação dos modelos com os sujeitos	99
Figura 49 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Suavidade.....	102
Figura 50 – Modelos considerados macios	103
Figura 51 – Modelos considerados duros.....	104
Figura 52 – tabela com pesos dos modelos desenvolvidos.....	105
Figura 53 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Peso.....	106
Figura 54 – Modelos considerados muito leves.....	107
Figura 55 – Modelos considerados muito pesados	109

Figura 56 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Maleabilidade.....	110
Figura 57 – Modelos considerados flexíveis.....	111
Figura 58 – Modelos considerados rígidos.....	112
Figura 59 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Elasticidade.....	113
Figura 60 – Modelos considerados não elásticos.....	114
Figura 61 – Modelos considerados elásticos.....	115
Figura 62 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Resistência	116
Figura 63 – Modelos considerados fortes.....	117
Figura 64 – Modelos considerados fracos.....	119
Figura 65 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Rugosidade.....	120
Figura 66 – Modelos considerados lisos	121
Figura 67 – Modelos considerados ásperos.....	123
Figura 68 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Temperatura	124
Figura 69 – Modelos considerados quentes.....	125
Figura 70 – Modelos considerados frios.....	126
Figura 71 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Brilho.....	127
Figura 72 – Modelos considerados foscos	128
Figura 73 – Modelos considerados brilhantes	129
Figura 74 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Reflexo.....	130
Figura 75 – Modelos considerados não reflexivos.....	131
Figura 76 – Modelos considerados reflexivos	132
Figura 77 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Opacidade.....	134
Figura 78 – Modelos considerados transparentes.....	133

Figura 79 – Modelos considerados opacos	135
Figura 80 – Gráfico de desconforto do canto A	137
Figura 81 – Gráfico de desconforto do canto B	139
Figura 82 – Gráfico de desconforto do canto C	141
Figura 83 – Gráfico de desconforto do canto D	143
Figura 84 – Comparação entre as variáveis analisadas no estudo.....	144
Figura 85 – Comparação de desconforto com relação aos cantos dos modelos	145

1. Introdução

O Design é um elemento fundamental no desenvolvimento de produtos e sistemas e deve sempre buscar durante o desenvolvimento de projetos ferramentas que possam auxiliá-lo na busca por Inovação, Tecnologia, Usabilidade, Funcionalidade e Estética, almejando assim produtos e sistemas que tenham como foco os usuários e a suas experiências com os produtos.

Por se tratar de uma atividade de projeto, o design segue metodologias que dão as diretrizes que o designer deve seguir, a fim de obter um produto mais coeso e que atenda às necessidades do usuário, essas metodologias apresentam várias configurações, tendo em comum a divisão por etapas e os testes com o usuário.

Essas metodologias apresentam uma variedade de métodos e ferramentas que são utilizadas nessas diversas etapas, permitindo aos designers testar e validar suas ideias durante as etapas de desenvolvimento do produto ou sistema, essas ferramentas dão respaldo ao designer, uma vez que permitem antecipar e até diagnosticar qualquer problema que possa interferir de maneira direta ou indireta nas etapas de desenvolvimento.

Dentro dessas etapas nos deparamos com a necessidade de testes do produto que está sendo desenvolvido, esses testes envolvem não só o produto mas também seu usuário em potencial, esse tipo de teste permite ao designer, captar uma opinião preliminar a respeito da forma ou até mesmo do uso do produto já nas etapas iniciais do desenvolvimento, como também permite testes mais complexos, envolvendo o uso, a manipulação e a interação como o produto já nas etapas mais avançadas do projeto.

Para esses tipos de testes são utilizados modelos e protótipos que podem ser configurados em diversas classes e podem ser aplicados em etapas específicas do projeto, sejam elas iniciais ou finais.

Esses modelos são confeccionados com diversos tipos de materiais, desde o mais simples como papel e cola até os mais sofisticados como as tecnologias de impressão 3D, muitas vezes o fator custo é que determina o tipo de materiais que serão utilizados para a confecção do modelo utilizado para os testes.

Levando em consideração essa etapa de testes com modelos e protótipos e os tipos de materiais que são utilizados na confecção dos mesmos, este projeto tem como propósito determinar se os diferentes tipos de materiais utilizados para o desenvolvimento de modelos e protótipos despertam diferentes percepções nos usuários durante as etapas de testes de um produto. Testando e conhecendo as diferentes percepções que esses diferentes tipos de materiais provocam e como esse tipo de análise pode auxiliar designers numa seleção mais adequada para o material no qual o produto final será produzido.

1.1 Justificativa

Estudos dessa natureza podem contribuir durante as fases de desenvolvimento de produto, uma vez que uma análise mais aprofundada a respeito dos materiais que poderão compor o produto final pode ser realizada durante a experimentação com os modelos e protótipos detectando assim a percepção dos possíveis usuários frente a esses materiais.

1.2 Questão de pesquisa

São diversas as possibilidades de materiais que podem ser utilizados nas fases de desenvolvimento de produto através de modelos e protótipos, assim o referido projeto destaca as seguintes questões: Os diferentes tipos de materiais utilizados para o desenvolvimento de modelos e protótipos despertam diferentes percepções

em usuários? Testar e conhecer as diferentes percepções que esses diferentes tipos de materiais provocam pode auxiliar designers numa seleção mais adequada para o material no qual o produto final será produzido?

1.3 Hipóteses

A hipótese dessa tese, a partir dos questionamentos levantados na questão de pesquisa, é que diferentes materiais utilizados em modelos e protótipos provocam diferentes percepções – devido à variedade de texturas, sensações térmicas, pesos e possibilidades de acabamento superficial – e influenciam na percepção de usuários, em testes realizados durante as etapas de desenvolvimento de produto, podendo assim auxiliar designers em uma seleção mais adequada ao material que será utilizado no produto final.

1.4 Objetivos

O objetivo principal deste estudo é testar a hipótese apresentada, visando compreender a percepção do usuário em relação aos diferentes tipos de materiais que são utilizados dentro do processo de desenvolvimento de produto.

Assim sendo, para alcançar o objetivo geral estabelecido para esse estudo foram definidos como objetivos específicos:

- Realizar uma revisão bibliográfica no intuito de aprofundar e conhecer os tipos de materiais que são utilizados pelos designers para a confecção de modelos e protótipos durante o desenvolvimento de produto.
- produzir corpos de prova com diferentes materiais a fim de testar a percepção do usuário em relação a cada um deles, gerando assim

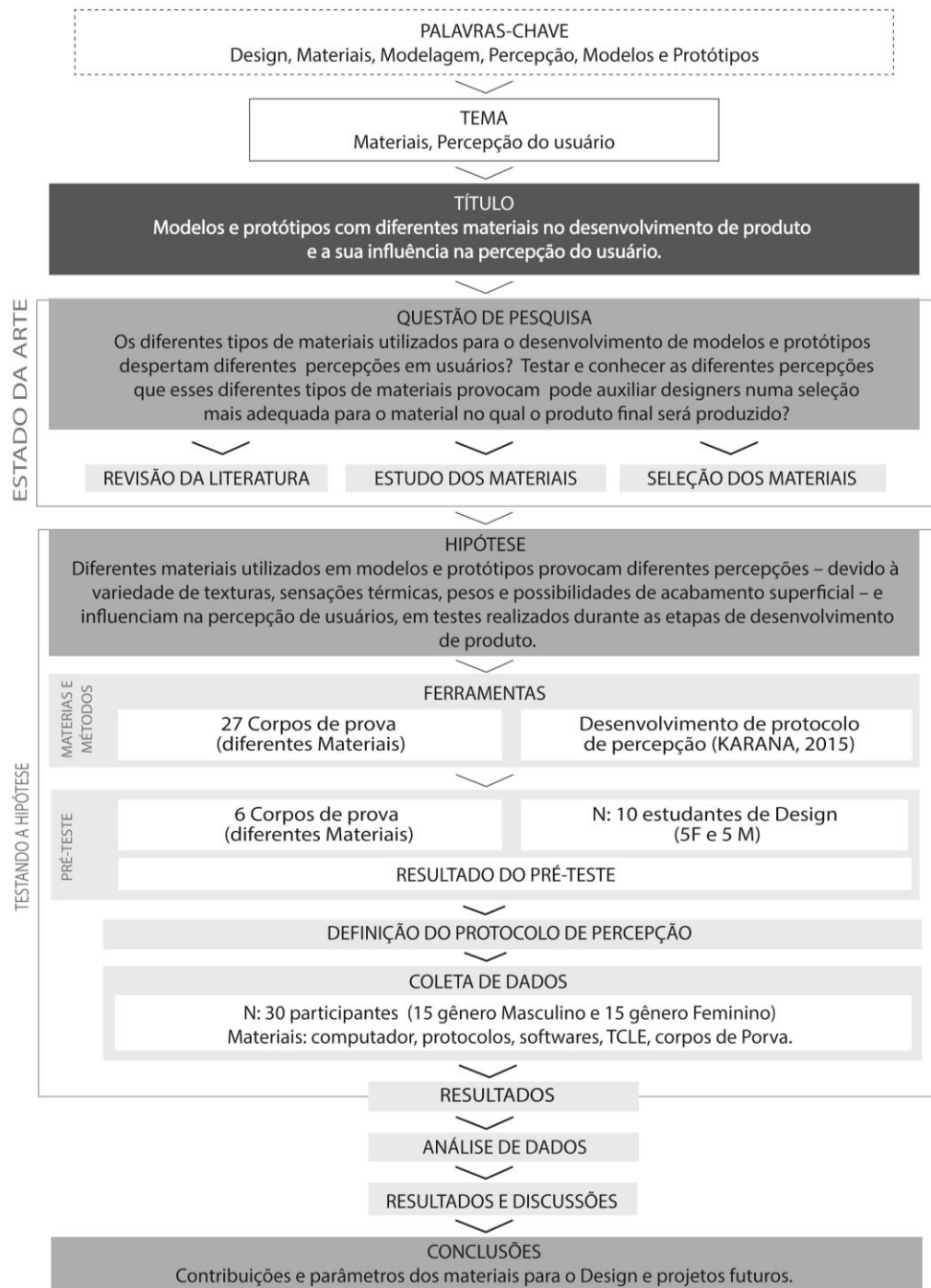
parâmetros para decidir qual melhor material a ser utilizado no produto final.

- Realizar testes de percepção com usuário, explorando tanto os sentidos táteis quanto a percepção visual de cada um desses materiais.
- Desenvolver gráficos de percepção de cada um desses materiais, com o intuito de auxiliar designers e projetistas no momento de escolha de materiais que possam ser utilizados no desenvolvimento de produto.

1.5 Estrutura da Tese

Esta tese contempla um estudo experimental, com caráter metodológico, afim de testar as hipóteses levantadas, conforme apresentadas no organograma a seguir (figura 01).

Figura 01: Organograma do estudo.



Fonte: Do autor.

2. Referencial teórico

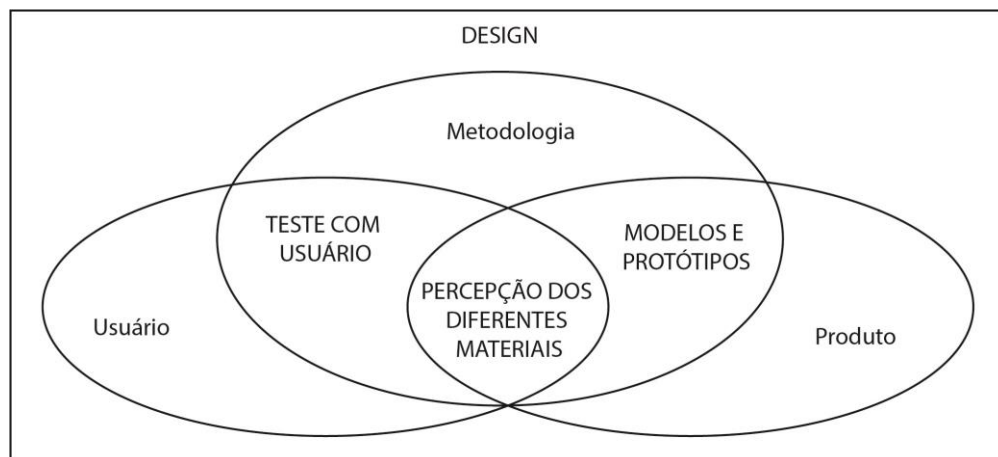
O referencial teórico apresentado partiu da realização de uma revisão da literatura, com o intuito de demonstrar de que forma como os conceitos foram abordados, estabelecendo as relações necessários entre os mesmos.

A revisão parte do princípio do design associado aos métodos, fazendo uma ligação e interação do mesmo com os usuários e a sua relação com os materiais.

A questão de pesquisa partiu dessa relação entre os usuários e os materiais e como essa relação se dá dentro dos métodos, especificamente nas etapas de desenvolvimento de um produto.

Buscando compreender como essa interação acontece o referencial teórico segue como base o esquema a seguir (figura 02):

Figura 02: Diagrama de contextualização teórica.



Fonte: Do autor.

O diagrama apresenta o Design como um totalizador, que englobando as metodologias, os usuários e o produto. As metodologias fazem uso dos métodos e ferramentas para o desenvolvimento de produtos e sistemas.

No processo de desenvolvimento de produtos fazem-se necessários testes com o usuário e também a materialização do produto através dos modelos e

protótipos. Assim, a percepção dos usuários em relação aos materiais torna-se o tema central desse estudo, uma vez que são os materiais que dão forma aos produtos, possibilitam a interação e a percepção – tátil ou visual do usuário em relação aos produtos. Assim a revisão teórica desse estudo, se baseou nesse esquema para refletir e demonstrar como os materiais desempenham um papel fundamental dentro de todos os processos de desenvolvimento de produto em Design.

2.1. Design e as metodologias

Design é uma área de conhecimento que se destina ao desenvolvimento de produtos e sistemas com o intuito de atender às exigências e às expectativas do Homem que é diretamente o produtor, consumidor e utilizador desses produtos.

Hsuan-Na (2017) define design como uma atividade profissional que envolve processos de criação e de desenvolvimento de um determinado produto a fim de atender às necessidades da população, visando uma vida mais prazerosa, esses produtos podem variar em tamanho, complexidade, função, utilidade, estilo e materiais.

Löbach (2001), corrobora que o conceito de Design está associado a todo o processo de desenvolvimento de um produto, a fim de satisfazer as determinadas necessidades de um indivíduo ou grupo, ou seja, é “um processo de adaptação dos produtos de uso, fabricados industrialmente, às necessidades físicas e psíquicas dos usuários ou grupo de usuários” (p. 22). Tais necessidades “têm origem em alguma carência e ditam o comportamento humano visando à eliminação dos estados não desejados. Quando as necessidades são satisfeitas, o homem sente prazer, bem-estar, relaxamento” (p. 26).

A fim de atingir esses objetivos, durante o processo de desenvolvimento desses produtos e sistemas designers fazem uso de diversas metodologias que se constituem de etapas que vão auxiliar no desenvolvimento e análise desses produtos.

Segundo Bürdek (2010) as metodologias projetuais tem início já na década de 60 especialmente na escola de design HFG Ulm, devido ao aumento de atividades dadas aos designers da indústria na época e a fim de sanar os problemas da sociedade, e na necessidade desse profissional ter certa autonomia e se distanciar e se diferenciar de outras atividades mais artesanais.

De acordo com Magalhães e Souza (2014) a Escola de Ulm influenciou fortemente a teoria, a prática e o ensino do design, assim como foi imprescindível para a metodologia de design, se dedicando a este tema com muita intensidade, ao experimentar e investigar diversas disciplinas e métodos que articulassem o caráter científico com o processo de configuração.

Na década de 70 houve uma mudança considerável no que diz respeito a metodologia. Bürdek (2010) afirma que até a década de 70, os métodos empregados tinham uma aplicação dedutiva, ou seja, para um problema geral era desenvolvida uma solução especial, vista de fora para dentro. Com essa mudança de direção o design passou a encarar os métodos de uma outra forma, sendo mais indutivo, procurando saber a quem o projeto se destinava, tentando entender o problema de uma forma mais específica e solucionando o mesmo de dentro para fora.

Segundo Magalhães e Souza (2014), as metodologias que foram desenvolvidas nesse período já demonstravam uma diferenciação e maturidade se comparadas com a década anterior, mostrando que os designers estavam mais seguros quanto aos novos modelos normativos para o projeto.

Bürdek (2010) aponta que nos anos 80, com as mudanças que já se iniciavam na década anterior e as novas tendências de design que começavam a ser

propagadas pelo pós-modernismo, as características das metodologias mudaram. O que antes dava mais atenção ao caráter prático do projeto passou a ter uma característica mais humanísticas, o design passa a dar mais atenção as opiniões dos potenciais usuários, valorizando dentro do projeto a presença de feedback.

Os anos 90 marcam a mudança na forma de solucionar um problema, o design passa a levar em consideração não só a forma do objeto, mas todo o contexto em que ele está inserido, e quais são os significados desse produto na sua relação com o usuário (BÜRDEK, 2010). Esse período também marca um avanço tecnológico e a necessidade da inserção de novas ferramentas que auxiliem no projeto, configurando uma nova atitude metodológica, o que segundo Bürdek (2010), dá início ao distanciamento da linearidade no processo projetual (problema – análise - solução) para dar maior destaque aos interesses e necessidades do usuário, tentando entender seus comportamentos e aplica-los no projeto.

Para Magalhães e Souza (2014) a mudança gradativa e evolução dos processos metodológicos desde seu início, demonstra que o design deve estar atento as necessidades e a crescente complexidade dos problemas de design no século XXI, levando em consideração toda a evolução tecnológica no qual o design se vê inserido, moldando os esquemas metodológicos às diferentes situações, fazendo uso das metodologias de design como um guia, resolução de problemas evitando assim o gasto de tempo e recursos durante as etapas do projeto.

Segundo Panizza (2004) sob influência das inovações tecnológicas que acabaram por informatizar grande parte dos processos, as metodologias e os métodos não podem mais ser encarados como um processo linear e sequencial, pois as etapas de planejamentos e realização estão interligadas, assim como a problematização, geração de alternativas e conceituação estão conectadas, ou seja nenhuma delas existe sem a outra.

De acordo com Martins e Van der Linden (2012) a metodologia nada mais é do que o estudo dos métodos ou os estágios a seguir num determinado processo, cujo objetivo consiste na apreensão e análise das características dos vários métodos disponíveis, estimar suas competências, qualidades, entraves ou distorções e criticar os propósitos ou as consequências de sua aplicação.

Magalhães e Souza (2014) afirmem que a metodologia projetual deve ser empregada como uma ferramenta norteadora do projeto e não como uma receita que salvará seu projeto. Não se encontrará uma metodologia completa que possa ser utilizada para todo e qualquer tipo de situação, portanto, deve-se adotar uma metodologia que se adeque ao seu projeto e, se necessário, que seja adaptada pelo designer às exigências e limitações do problema a ser resolvido.

El Marghani (2010) relata que já no final do século XIX pensadores do design como Morris e Ruskin, que buscavam um retorno aos processos artesanais de produção, já esboçavam a elaboração de métodos para projetar os objetos, acarretando ao passar do tempo a necessidade de normatizar não só o desenho mas também todo o processo de design.

O método deriva da palavra grega (méthodos), e passou a significar para a ciência moderna como um caminho para se chegar a um fim, sendo um conjunto de ações que direcionam a alcançar um objetivo, controlando a execução de ações que podem ser realizadas evitando ao máximo erros (CIPINIUK e PORTINARI, 2006).

De acordo com Bürdek (2010) o aumento e a complexidade dos projetos, a quantidade de informação, e o ritmo acelerado com que essas informações chegavam tornou necessário a adoção (criação) de métodos que fossem capazes de suprir estas necessidades durante o projeto, auxiliando assim na solução de projetos já existentes e nas novas demandas (BÜRDEK, 2010).

Segundo Munari (2008) o método para o designer não é algo absoluto e nem definitivo, podendo se modificar mediante a novas descobertas, valores e objetivos

que possam melhorar o projeto. Segundo este autor a metodologia está atrelada à criatividade do projetista que, ao aplicar o método, pode descobrir algo para melhorá-lo, portanto, as regras do método estimulam o projetista a descobrir coisas que, eventualmente, poderão ser úteis também aos outros (MUNARI, 2008).

Já Martins e Van der Linden, (2012) dizem que a metodologia também pode ser considerada como um roteiro de pesquisa, sendo um conjunto de regras para o ensino da arte e ciência, explicando de forma detalhada e com precisão todo o percurso da pesquisa e as fases de desenvolvimento do produto, ela pode ser dividida em vários métodos até atingir o objetivo proposto.

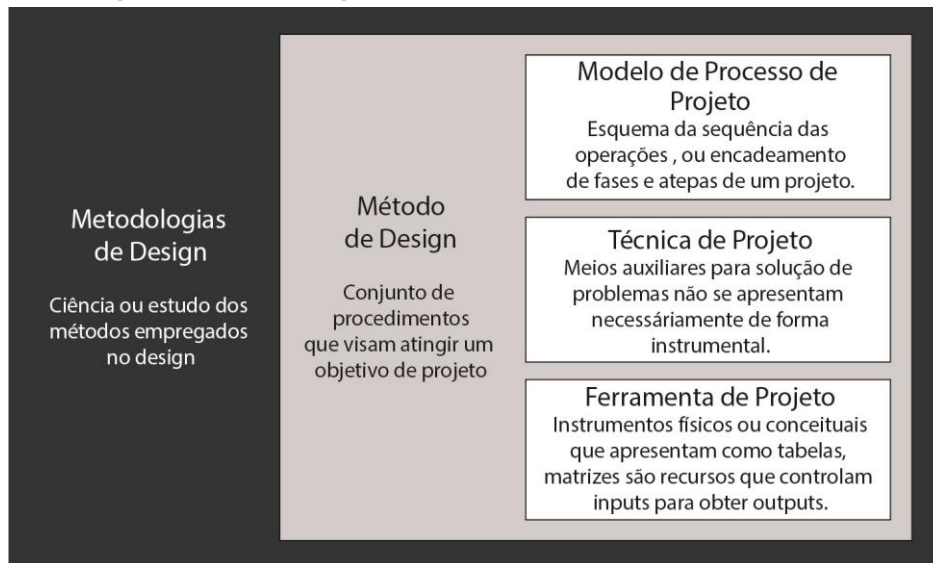
Magalhães e Souza (2014) apontam que a metodologia pode ser utilizada de diversas maneiras e pode variar de acordo com o profissional, exercendo a função de guia e de referência na busca de soluções para um problema a ser resolvido.

Freitas et. al (2013) compreende a metodologia como um conjunto de procedimentos que auxiliam no desenvolvimento de produtos. Segundo o autor nesse conjunto estão relacionados os métodos que são os caminhos pelos quais se atinge o objetivo, as técnicas que configuram habilidades para a execução de ações e as ferramentas que servem como instrumentos que são empregados no cumprimento das ações.

Também para Pazmino (2015) os métodos podem ser considerados caminhos para se atingir um objetivo, e que podem ser entendidos como um conjunto de técnicas que respondem pelo desenvolvimento de cada uma das etapas do processo projetual. Para a autora os métodos são capazes de auxiliar o designer na tomada de decisões, na organização e no desenvolvimento do processo de desenvolvimento de um produto, reproduzindo todas as decisões que serão tomadas ao longo do processo de design e delimitando cada uma das etapas que devem ser seguidas e a sua relação com as outras.

Pazmino (2015) no seu livro “Como se cria” busca esclarecer como a metodologia, método e ferramentas estão configurados (figura 03).

Figura 03 - Metodologia, Método, Modelo, Técnica e Ferramenta.



Fonte: Adaptado Pazmino (2015).

Os métodos envolvem processos que podem gerar diversas respostas podendo ou não atender as necessidades do profissional que está projetando, uma vez que a melhor resposta será aquela que atenda as exigências e limitações do problema, principalmente as necessidades do usuário (MAGALHÃES e SOUZA, 2014).

É importante ressaltar que, dentro da metodologia, a teoria e a prática estão intimamente ligadas, sendo que a teoria não pode ser avaliada sem a sua aplicação na prática e nem a prática pode existir sem o embasamento teórico. Ou seja, teoria e prática deixam mais dinâmicos os métodos empregados durante o processo de desenvolvimento de projetos, o que qualifica a metodologia que está sendo aplicada (PANIZZA, 2004).

Para Coelho (2006) a metodologia deveria ser apresentada mais com um caráter reflexivo na forma de trabalhar o projeto, do que ser disposta como uma “receita do fazer”, o que muitas vezes faz com que se pense que aquele é o único caminho para a realização de projetos. O autor ainda aponta que os diversos caminhos existentes dentro das metodologias devem ser estimulados, levando a observação criteriosa das possibilidades de realização em cada trabalho (COELHO, 2006).

Para Cipiniuk e Portinari (2006) ao buscarmos métodos em livros, nos deparamos com diversas fases e orientações gerais básicas de como fazer algo. Os

autores apontam que o método não deve ser apresentado e nem encarado como uma receita de bolo, e que seu caráter científico está na reflexão que deve ser feita sobre o método e não na mera reprodução das técnicas e ferramentas ali apresentadas.

Bomfim (1995) afirma que dentro da metodologia o processo de design deve ser organizado, tornando mais compreensivas e precisas as atividades, as tarefas, as decisões e as operações utilizadas ao longo do projeto, conferindo ao designer auxílio e lógica ao longo do desenvolvimento de um produto.

Ao que El Marghani (2010) corrobora ao dizer que os diversos métodos foram desenvolvidos para orientar o processo de design, os quais vislumbraram apresentar soluções para os problemas que surgem durante o desenvolvimento de um novo produto. Esses métodos partem habitualmente do reconhecimento das necessidades geradoras da demanda pelo novo produto para definir o problema que será solucionado.

Assim é nítido o caminho percorrido e a evolução das metodologias e métodos ao longo das décadas e como essa evolução se preocupou cada vez mais com o usuário ao longo do processo, incorporando ferramentas que possibilitassem entender cada vez mais as necessidades dos usuários e colaborassem cada vez mais para o desenvolvimento de produtos e sistemas satisfatórios.

2.2. Metodologias e a sua relação com os Modelos e Protótipos

O design ao longo do processo de desenvolvimento de produto pode fazer uso de diversas metodologias, essas metodologias empregam uma variedade de métodos que auxiliam durante as etapas do projeto.

Os modelos e sequencias de etapas que os designers podem seguir é variado e pode ser compostos por diversas técnicas e ferramentas que dão amparo e colaboram para o sucesso do desenvolvimento e análise do produto. Entre essas ferramentas está a utilização de modelos e protótipos que permitem testar, experimentar e avaliar alguma característica do produto em qualquer fase do projeto.

De acordo com Palhias (2015) no passado, esses modelos e protótipos eram apenas uma réplica de um determinado objeto, construídos de forma simples e materiais alternativos. Com o passar dos anos e com a evolução das mentalidades e processos de construção, além do aumento da complexidade dos produtos, ocorreu o desenvolvimento das tecnologias, na procura de responder às necessidades da atualidade.

Neste contexto, a construção dos modelos físicos dos objetos e produtos ganhou grande importância, pois os mesmos passaram a permitir a simulação de determinadas propriedades dos objetos ou produtos em estudo, permitindo corrigir defeitos e insuficiências do produto durante as etapas de projeto (PENNA, 2002).

Woldstad (2006) afirma que os modelos e protótipos além de auxiliar na visualização das características físicas do produto, também podem auxiliar na questão de diferença antropométrica, permitindo diferentes posicionamentos e manipulações frente aos diversos tamanhos antropométricos no ambiente de trabalho, o que possibilita a aplicação de variados métodos de análise. O que faz com que modelos ou protótipos sejam ferramentas indispensável para o design.

Para Lopes e Naveiro (1998) a construção de modelos e protótipos se faz necessária dentro das etapas de projeto, pois é por meio deles que se pode comprovar e validar as capacidades que os produtos têm de responder as exigências de uso para o qual foram projetados.

A construção de modelos e protótipos devem acompanhar o designer do início ao fim. Aliás, a necessidade de um modelo ou protótipo pode surgir já no início

do projeto, no decorrer da pesquisa, ou ainda, durante um brainstorming, agindo como um elemento desbloqueador durante as etapas criativas (PALHIAS, 2015).

Uma vez que, para o designer obter sucesso no projeto de um produto, o mesmo deve possibilitar a capacidade de diferenciação e exclusividade do que se está projetando. Assim, fazer uso de tecnologia e ferramentas que permitam materializar as ideias, proporciona ao designer uma melhor avaliação do que está sendo desenvolvido.

Além do que, os modelos e protótipos permitem e desempenham um papel fundamental durante as etapas do projeto, pois possibilitam a integração dessas etapas, demonstrando e simulando o funcionamento e relação entre componentes do produto. Outro atributo do desenvolvimento de produto que modelos e protótipos permitem é a de permitir a visualização das etapas e evoluções do produto projetado apontando em que fase do projeto o produto se encontra (PALHIAS, 2015).

Martins (2010) afirma que os modelos e protótipos são meios de representação que devem ser utilizados em várias fases do desenvolvimento do produto, não só como auxiliares, mas como peças fundamentais das etapas de projeto, pois permitem aos designers representar um produto por completo, ou até uma peça ou um componente isolado, sendo uma ferramenta fundamental no desenvolvimento de um projeto ou produto.

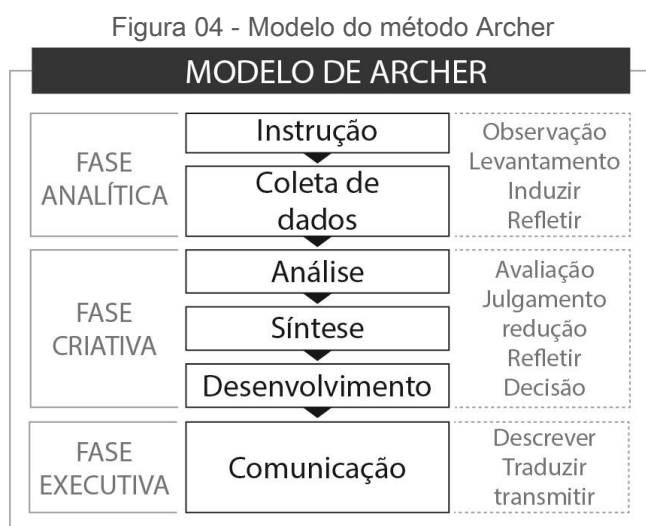
Palhias (2015) também defende que o uso de métodos que abordem a utilização de modelos e protótipos no processo de desenvolvimento de um produto, quer seja acadêmico ou industrial, é imprescindível para a avaliação e compreensão ao longo do processo, pois permitem aos designers obter requisitos e informações do mundo real, facilitando a comunicação da equipe de projeto e servindo de método para explorar ideias preliminares de forma mais rápida e econômica.

Dessa forma, termos como modelo, protótipo ou até mockups aparecem em diversas metodologias e são explorados por diversos autores nas mais variadas

etapas do projeto, o que demonstra a importância e a relevância dos modelos e protótipos dentro das metodologias e o seu papel para o sucesso de um produto.

O modelo de metodologia proposto por Archer (1965) (figura 04) apresenta uma estrutura dividida em três macrofases denominadas 'fase analítica', 'fase criativa' e 'fase executiva', e seis microfases: instrução, coleta de dados, análise, síntese, desenvolvimento e comunicação.

Sendo que na fase criativa, após análise dos dados coletados, acontece a síntese das informações e, após reflexão, são construídos modelos e protótipos para a realização de estudos e experimentos que validem o projeto (EL MARGHANI, 2010).



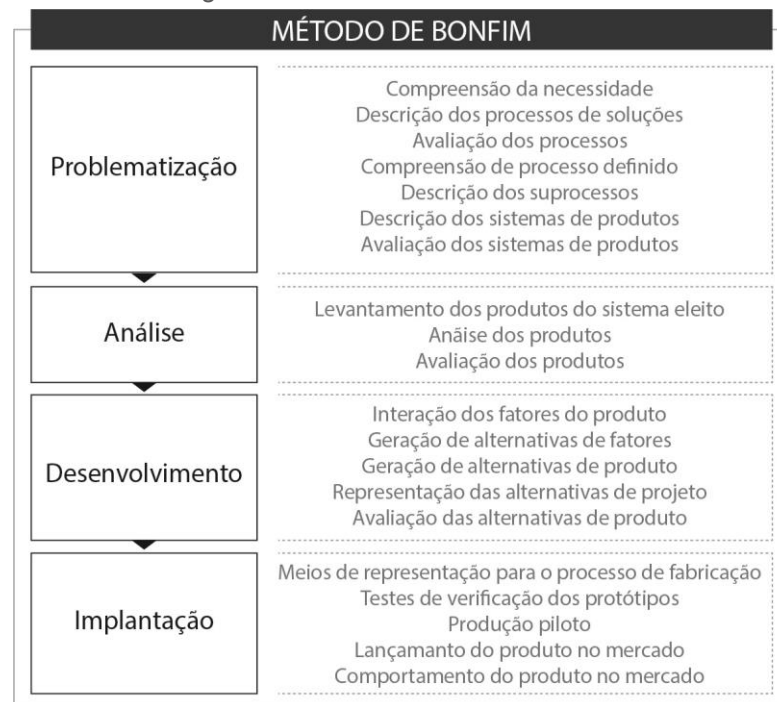
Fonte: Adaptado El Marghani (2010).

Já na década de 70 Bomfim et al. (1977) apresentam colaborações importantes para o desenvolvimento de metodologias projetuais. Os autores apresentam um método dividido em quatro fases 'Problematização', 'Análise', 'Desenvolvimento' e a 'Implantação' (figura 05).

Sendo a fase de desenvolvimento destinada a geração e avaliação de alternativas do produto através de modelos representativos primários. Já na fase de

implantação são construídos, testados e verificados os protótipos mais elaborados, além de ser produzida uma peça piloto, para que só então ocorra o lançamento do produto no mercado no mercado, nessa fase também é analisado o comportamento do produto no mercado (EL MARGHANI, 2010).

Figura 05 - Modelo do método Bonfim



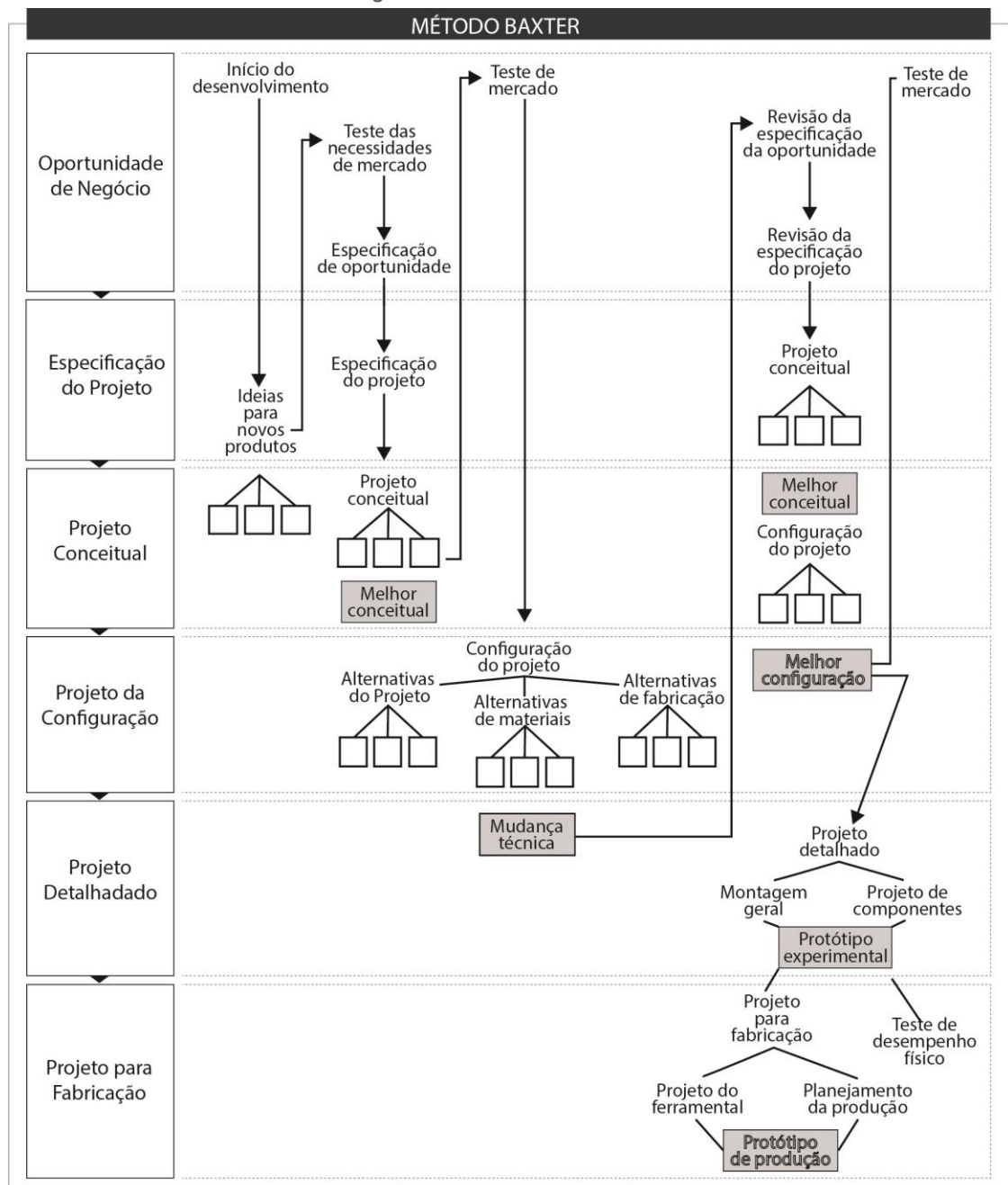
Fonte: Adaptado El Marghani (2010).

Baxter (2011) apresenta um processo de desenvolvimento de produtos, tendo uma forte ligação com a produção industrial. Há grande ênfase para o planejamento do produto, partindo da identificação de oportunidade baseada nas metas da empresa, chegando às características mínimas que garantirão sucesso comercial do produto – benefício básico. O autor detalha as etapas do processo, desde a oportunidade de negócio, as especificações do projeto, o projeto conceitual, o desenvolvimento e detalhamento do projeto até as especificações do projeto para fabricação.

Nas etapas de desenvolvimento apresentadas por Baxter (2011) é possível analisar que somente na fase de Projeto Detalhado é que são produzidos desenhos mais elaborados dos produtos e de seus componentes, e é também nessa fase que

acontecem testes físicos, de usabilidade e de funcionamento do produto, o que demanda a construção de modelos e protótipos para validar e testar esses quesitos. Com a aprovação desses modelos e protótipos é iniciado o processo de produção e o produto é lançado no mercado (figura 06).

Figura 06 - Modelo do método Baxter.



Fonte: Adaptado Baxter (2011).

O conjunto de métodos apresentado por Jones (1976) divide o processo de design em duas fases. A primeira consiste em um sistema de busca com intuito de

levantar informações que possam solucionar de forma adequada os possíveis problemas encontrados e a segunda fase controla e avalia o processo de busca (EL MARGHANI, 2010).

O método proposto por Jones (1976) (figura 07) é dividido em três etapas, a ‘Divergência’, que amplia os limites da busca por novas soluções, a ‘Transformação’ que organiza a informação e reduz as variáveis fazendo a divisão do problema e a ‘Convergência’, que reduz o número de alternativas e objetiva o projeto. Neste método somente na fase de ‘Convergência’ que o autor cita e sugere a utilização de desenhos e protótipos, pois os modelos empregados nesta etapa são menos abstratos e mais detalhados (EL MARGHANI, 2010).



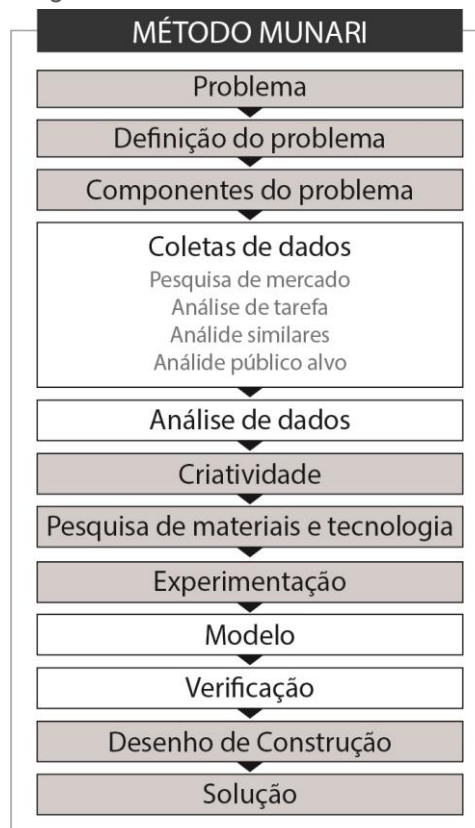
Fonte: Adaptado Jones (1976)

Para Munari (2008) não se deve projetar sem um método, nem ir buscar uma solução para o projeto de forma artística, acreditando que se encontrará a solução em uma inspiração divina. Segundo o autor é preciso uma pesquisa bem aprofundada acerca de tudo que já foi construído e desenvolvido de semelhante ao que se deseja projetar, bem como pesquisar os materiais que podem compor o

projeto e se os mesmos atendem ao requisitos. E dessa forma, seguir um método faz com se muitos erros sejam evitados e que o tempo não seja desperdiçado.

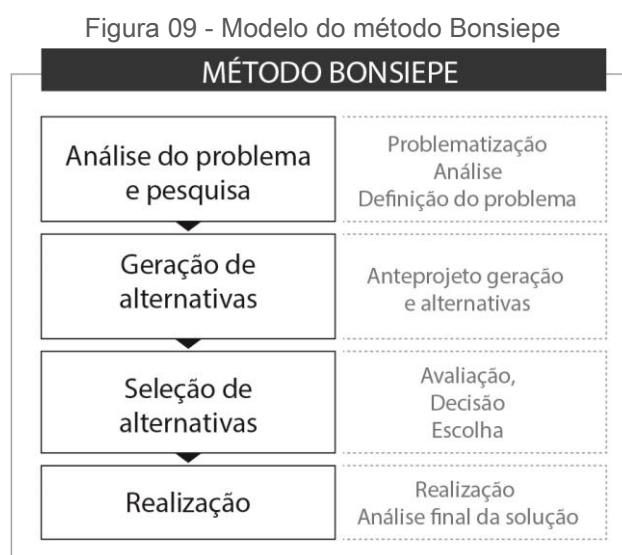
O autor indica quatro principais fases do projeto no seu método (figura 08), a 'Definição do problema', a 'Criatividade', a 'Experimentação' e a 'Solução', sendo a 'Definição do problema' a etapa que propõe qual será a solução para esse problema, seja ela provisória, definitiva, aproximada, comercial ou fantasiada. Nessa etapa também acontece a divisão do problema em subproblemas, a coleta de dados e a análise dos dados coletados. Na fase da 'Criatividade', que faz uso dos dados coletados na primeira fase, propõe-se soluções para o problema, bem como a pesquisa de materiais e tecnologias que possam contribuir para o projeto. A fase da 'Experimentação' permite ao designer experimentar novas técnicas e materiais que possam ser empregados no projeto, sendo está a fase onde ocorre a produção de modelos e protótipos e os testes com o usuário (MUNARI, 2008).

Figura 08 - Modelo do método Munari



Fonte: Adaptado Munari (2008)

O Modelo metodológico de Bonsiepe (1984), é bastante objetivo e faz uso de diversas ferramentas ao longo do processo. O método é dividido em três fases: a primeira fase é a 'Problematização', que envolve a estruturação e análise do problema; a segunda fase é a de 'Anteprojeto e geração de alternativas' e por fim a terceira fase que é a 'Realização do projeto' (figura 09).



Fonte: Bonsiepe (1984)

Na segunda fase, chamada de 'Anteprojeto e geração de alternativas', Bonsiepe (1984) propõe o uso de ferramentas para a verificação e seleção dessas alternativas, o detalhamento da alternativa escolhida e a construção de modelos e protótipos para serem avaliados com o usuário. Após essas análises dos testes com usuários são feitas eventuais alterações e modificações do protótipo levando em considerações as informações coletadas.

Na terceira fase que o autor chama de Projeto acontece fabricação do produto e os testes com as peças piloto ou as séries. Nessa fase é proposta a elaboração de estudos, testes e a avaliação desse produto final com o usuário antes da sua implementação final no mercado (BONSIEPE, 1984).

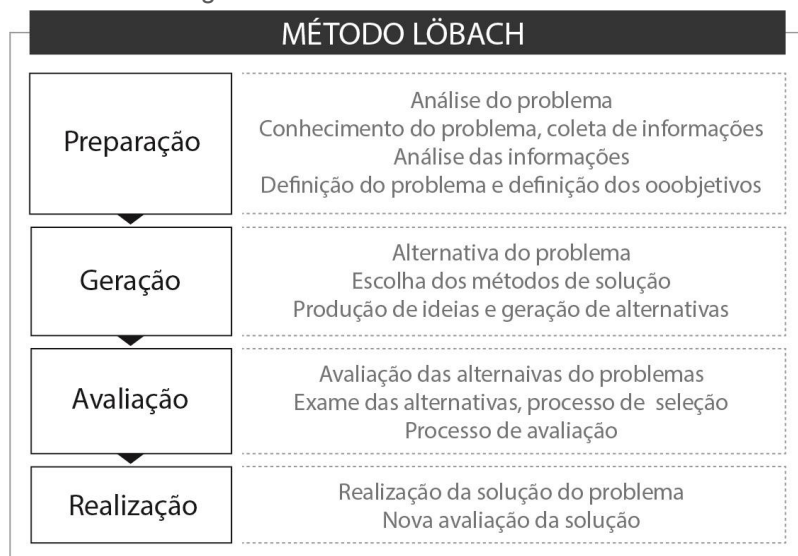
Para Löbach (2001), todo método de design é um processo criativo e funciona como um processo de solução de problemas, concretizado em um projeto de

produto industrial, incorporando as características que possam satisfazer as necessidades humanas de forma duradoura.

Esse processo requer que a reunião das informações sobre o problema para análise e correlações criativas gere as alternativas de solução ao problema, julgadas por critérios previamente estabelecidos. Só então se desenvolve a alternativa mais adequada, que vem a ser o produto (LÖBACH, 2001). As fases do processo de design para Löbach (2001) são quatro, embora para o autor essas fases nunca sejam exatamente separáveis na realidade, uma vez que elas se entrelaçam umas às outras, com avanços e retrocessos. São elas: fase de 'Preparação', em que ocorre a análise do problema; a fase de 'Geração', no qual são geradas as possibilidades de solução do problema, a fase de 'Avaliação' onde são examinadas as alternativas geradas e as possíveis soluções; e a fase de 'Realização' na qual a solução do problema é implantada.

Sendo o autor propõe a confecção de modelos e protótipos nas três últimas fases – 'Geração', 'Avaliação' e 'Realização' –, segundo observar-se o grau de complexidade e a necessidade em cada uma das fases (figura 10) (LÖBACH, 2001).

Figura 10 - Modelo do método Löbach.



Fonte: Löbach (2001)

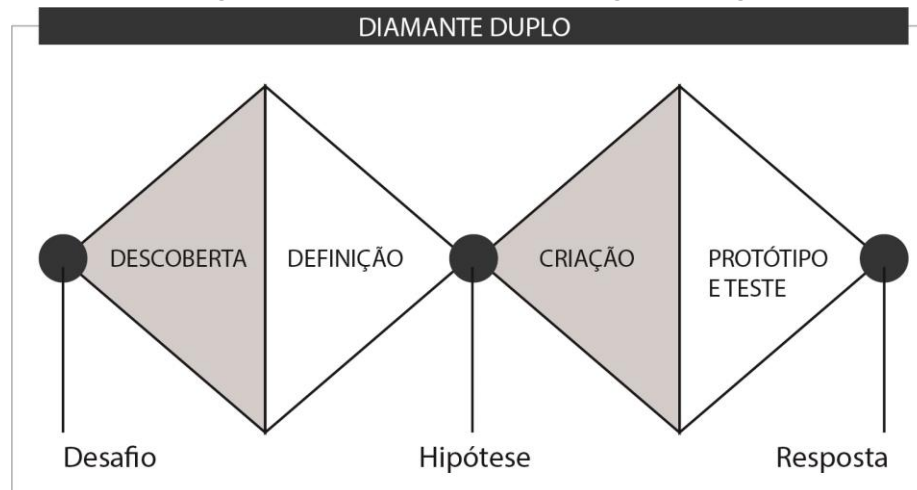
Atualmente voltou a ter destaque metodologias orientadas as percepções e opiniões do usuário dentro do projeto. Essas metodologias dão um enfoque nas necessidades dos indivíduos, destacando-se o Design Centrado no usuário.

De acordo com Krippendorff (2000), o foco no usuário durante o projeto começa a acontecer já na década de 50, quando a indústria passa a se preocupar não só com a produção em massa mas também com a funcionalidade e adequação de seus produtos. Isso gerou mudanças na indústria, fazendo com que os produtos deixassem de ser apenas objetos para se tornarem bens, informações, identidades, aparências, modas, marcas etc. Os produtos passam a ter identidade dentro dos mercados, isso faz com que designers passem a entender que os produtos encarnam práticas, símbolos e preferências sociais e não são simples coisas, sendo que eles são projetados para compradores, consumidores ou públicos, não apenas para usuários distantes. Assim, o design centrado no usuário tem a preocupação de entender a maneira como as pessoas interpretam, veem, interagem e convivem com os artefatos (KRIPPENDORFF, 2000).

De acordo com Brown (2010) o design centrado no usuário está inserido no contexto de Design Thinking, que é definido pelo autor como sendo uma metodologia que imbuí todo o espectro de atividades relacionadas à inovação com valores fundamentais do design centrado no ser humano, sendo que a inovação e os avanços tecnológicos inseridos no contexto do projeto devem ser associados às necessidades, comportamento e as preferências do homem.

Esse tipo de metodologia voltada para o Design Thinking (figura 11) faz uso da observação e de ferramentas que possam capturar as necessidades do consumidor, e através de testes com modelos e protótipos já no início do projeto observa todo tipo de interação que possa auxiliar o projeto (BROWN, 2010).

Figura 11 - Modelo do Método Design Thinking



Fonte: <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>. Acesso em 25 de Janeiro 2019.

Segundo Palhias (2015) essas novas metodologias centradas no usuário fazem com que o designer tenha mais sensibilidade ao projetar, levando em consideração as percepções e necessidades dos usuários e as necessidades da indústria, gerando assim tecnologias exequíveis e economicamente viáveis. Para o autor os processos de inovação devem ser empáticos, centrados no usuário, holísticos, interativos, colaborativos e acima de tudo atender as necessidades do ser humano e as oportunidades do mercado durante o projeto (PALHIAS, 2015).

Partindo da análise de algumas das metodologias que são empregadas dentro do processo de desenvolvimento de produto em Design, fica evidente a importância e a necessidade da construção e do uso de modelos e protótipos nas diferentes etapas do desenvolvimento de um produto, e a importância do projeto centrado no usuário. Assim, pode-se dizer que, os modelos e protótipos contribuem de forma significativa para validação de uma ideia e para a realização de testes com os usuários, permitindo ao designer testar, validar e modificar o produto que está sendo desenvolvido.

2.3. Design e os materiais

O Design de Produto deve ser entendido como o processo e o resultado da transformação de ideias em artefatos de uso. Dentro do processo de desenvolvimento de um produto o designer se depara com diferentes etapas, em cada uma dessas etapas se faz necessária a criação de diferentes tipos de modelos e protótipos, para isso o designer faz uso de diferentes tipos de materiais e técnicas.

Segundo Penna (2002) o uso das mais variadas técnicas e materiais nas representações tridimensionais de objetos e produtos durante o desenvolvimento dos mesmos é de grande importância, pois os mesmos simulam determinadas propriedades dos materiais, objetos ou produtos em estudo, permitindo corrigir defeitos e insuficiências do produto durante as etapas de projeto.

Para SILVA et al. (2002), o uso diferentes técnicas e materiais na confecção de modelos e protótipos possibilita a simulação de diferentes situações de usabilidade com um produto. E seus aspectos físicos, similares àqueles determinados no projeto, garante ao designer análises mais aprofundadas, rapidez e baixos custos na avaliação cognitiva do produto.

De acordo com Penna (2002) materializar uma ideia permite ao designer a obtenção de respostas de acordo com as necessidades da etapa do projeto, e fazer o uso de diferentes técnicas e materiais ao longo desse processo permite ao designer, traduzir a beleza e dar forma a um projeto bidimensional, ajudando a verificar dimensões, formas, ergonomia, cores, sequência de uma família de produtos e sua aceitação no mercado.

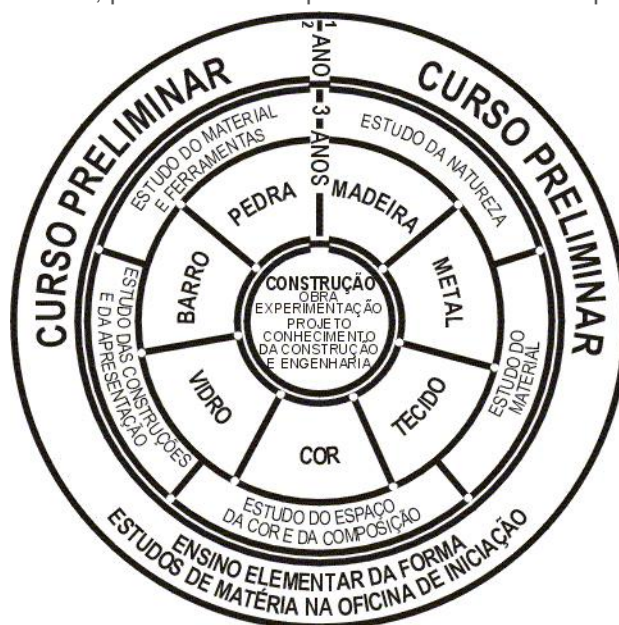
Quando se fala de técnicas e materiais aplicadas ao projeto de design, rapidamente somos remetidos ao que a Bauhaus pregava. Ao que Relvas (2002) afirma que um dos aspectos marcantes do Design de Produto dentro da filosofia

educacional proposta pela Bauhaus no início dos anos 20, era a associação da teoria com a prática.

Heskett (1997), aponta que na Bauhaus o aprendizado teórico era associado à prática e por meio de estudos fazia-se com que os alunos desenvolvessem exploração e combinação de formas, cores, texturas e materiais.

Segundo Wick (1989) a ideia básica do ensino da Bauhaus era a união da formação artística e prática, além da interação de diversas áreas. Segundo o autor o Vorkurs (figura 12), como era conhecido a principal estrutura do sistema educacional da Escola, tratava de um curso preliminar obrigatório para todos os alunos. Assim, só depois de passar pelo Vorkurs que era o curso básico e desenvolver as suas capacidades artísticas e manuais, o aluno se especializaria em laboratórios e oficinas específicas, lideradas por um mestre da forma e um mestre artesão, o que ressalta ainda mais o caráter prático dos ensinamentos da escola (BÜRDEK, 2010).

Figura 12 - Vorkurs, plano de ensino preliminar desenvolvido pela Bauhaus.



FONTE: Wick, 1989.

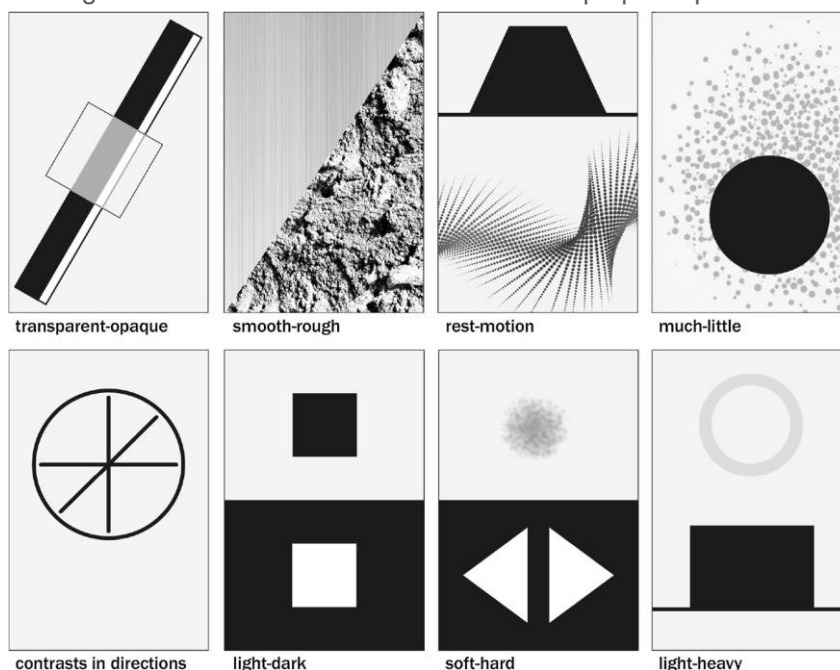
Pedgley et al. (2015) afirma que no Vorkurs, foram iniciados os estudos dos atributos expressivos de texturização e finalização do material, juntamente com os aspectos fenomenológicos que promoveram a discussão sobre quando ou não usar

materiais específicos. A teoria dos contrastes permitiu que os alunos desenvolvessem um senso crítico em relação aos materiais, mostrando as características essenciais e diversas dos mesmos.

Para Rognoli (2004) a Bauhaus, sendo a primeira escola de design, valorizava muito a relação entre os materiais o sistema de ensino. Dessa forma, seus professores eram levados a desenvolver métodos de educação pessoal em torno do ensino de materiais.

Um desses métodos de ensino foi o trabalho de Johannes Itten, professor da Bauhaus, que é de grande relevância para o discurso contemporâneo sobre a experiência em materiais. De acordo com Pedgley et al. (2015) Itten desenvolveu uma abordagem dos materiais guiada pelos sentidos e expressões, formulando uma "teoria dos contrastes", que se tornou fundamental para sua abordagem educacional. Itten pediu aos alunos que explorassem contrastes sensoriais, alguns dos quais referenciavam diretamente as propriedades do material (por exemplo, liso-áspero, macio-duro, leve-pesado) (PEDGLEY ET AL, 2015). Como mostra a Figura 13.

Figura 13 - Método de estudo dos materiais proposto por Itten.



Fonte: Pedgley et al. (2015).

Com essa abordagem, os alunos tinham a oportunidade de experimentar e apreciar diretamente o caráter dos materiais, por meio da exploração prática e da sua aplicação no projeto (WICK, 2000).

De acordo com Pedgley et al. (2015) os alunos ainda experimentavam esses contrastes manipulando amostras de materiais que eram disponibilizadas nas aulas de esculturas e composições, esses materiais eram separados por famílias e seu estudo fazia parte da grade curricular da escola.

Para Rognoli e Levi (2004), ainda hoje o trabalho desenvolvido na Bauhaus continua a ser uma grande influência nos programas de design espalhados pelo mundo, sendo o trabalho desenvolvido por Itten uma abordagem pioneira, colocando a expressividade e caracterização sensorial dos materiais em frente à avaliação e descrição técnica.

Isso nos leva ao entendimento de que os materiais são de extrema importância no processo de desenvolvimento de produto em design e o seu estudo pode contribuir de maneira valiosa para o entendimento das necessidades dos usuários pois, como visto, os materiais permitem diversas interpretações e podem ser entendidos de maneira positiva ou negativa pelo usuário.

Assim levar em consideração a opinião do usuário acerca dos materiais que podem compor o produto que está sendo desenvolvido, pode evitar que lá no final do projeto surjam reações negativas a respeito do mesmo.

2.3.1 A importância dos materiais

O design na sua essência tem como objetivo conceber ideias, conceitos, desenhos e projetos que são concretizados através do uso de materiais, seja no processo de avaliação através dos modelos e protótipos ou no produto final.

Ashby e Johnson (2011) consideram que os materiais sejam a matéria-prima do design, e que são eles que direcionaram e ditaram os limites e oportunidades para a evolução e o desenvolvimento dos produtos.

Ashby (2011) destaca que ao longo da história os materiais foram os limitadores ou possibilitadores de determinados projetos e tamanha sua importância para o Homem, que as eras do desenvolvimento do ser humano receberam os nomes dos materiais, como a Idade da Pedra, do Bronze, do Ferro, do Plástico, e a do Silício. O autor ainda ressalta que no momento atual e com o avanço tecnológico, vive-se a era dos múltiplos materiais, em que uma gama de materiais e combinações são descobertas a cada dia, gerando um avanço na evolução, variedade e diversidade de materiais e suas propriedades (ASHBY, 2011).

Palhias (2015) afirma que desde os primórdios da civilização o Homem tem utilizado os materiais, conjuntamente com a energia, para melhorar os seus padrões de vida, e materiais como madeira, aço, plástico, vidro, borracha, alumínio, cobre e papel são frequentemente utilizados. O autor também destaca a existência de uma variedade de materiais e relaciona essa variedade às atividades de investigação e desenvolvimento tecnológico, dizendo que o desenvolvimento desses novos materiais estão muitas vezes relacionados a questões econômicas e/ou ambientais (PALHIAS, 2015).

Para Calegari e Oliveira (2013) materiais como a madeira, a pedra, o osso e a terra foram essenciais para a sobrevivência e desenvolvimento da humanidade por vários milênios. Desta forma, esse desenvolvimento da história humana aponta que os materiais são uma base importante e guia para a Humanidade.

Ashby e Johnson (2011) afirmam que vivemos em um mundo determinado pelos materiais e

São os materiais que dão substância a tudo que vemos e tocamos. Nossa espécie – Homo sapiens – é diferente das outras,

talvez mais significativamente pela habilidade de projetar – produzir “coisas” a partir de materiais – e pela capacidade de enxergar mais em um objeto do que apenas a sua aparência. Objetos podem ter significado, despertar associações ou ser signos de ideias mais abstratas. Objetos projetados, tanto simbólicos quanto utilitários, precedem qualquer linguagem registrada - e nos dão a mais antiga evidência de uma sociedade cultural e do raciocínio simbólico. (ASHBY; JOHNSON, 2011, p. 3)

Para Calegari e Oliveira (2013) são esses materiais que ditam os rumos de desenvolvimento da sociedade, e grande parte desses deles nasceram no século 20, através de pesquisas e muitas vezes por experimentos realizados por engenheiros, metalúrgicos e cientistas. São, portanto descobertas consideradas modernas, resultantes de pesquisas e experimentos de novas matérias-primas ou da combinação das já conhecidas.

Desde o início da civilização o Homem sempre se preocupou em dominar e descobrir novos materiais, essa atitude não é diferente nos dias atuais, no qual a pesquisa, melhoria e inovações são fator determinante para o sucesso de um produto e o futuro da indústria (BEYLERIAN e DENT, 2007).

Callister e Rethwisch (2012) valorizam a importância de estudar os materiais, pois em algum momento pode-se deparar com algum problema de projeto que envolva algum tipo de material. Segundo os autores, muitas vezes podemos nos deparar com questões que envolvam a seleção do material correto para um projeto dentre os milhares que estão disponíveis. Esse tipo de decisão pode ser um fator determinante para o sucesso de um projeto.

Para estes autores alguns fatores devem estar sempre em destaque em estudos sobre materiais, pois durante o processo de seleção de um material para o projeto, as propriedades dos mesmos devem ser avaliadas, como a deterioração, a resistência mecânica, a exposição a temperaturas elevadas ou a ambientes corrosivos (CALLISTER E RETHWISCH, 2012).

Callister e Rethwisch (2012) também dizem que fatores relacionados aos aspectos econômicos são determinantes para o sucesso do projeto, assim ao escolher um determinado material deve-se levar em consideração os custos do mesmos. Como exemplo os autores falam de um material que apresente um conjunto ideal de propriedades pode não ser o mais rentável para o projeto, pois geraria um valor alto ao produto final. Assim é de vital importância que o projetista, engenheiro ou designer tenha conhecimento das várias características, relações e propriedades dos materiais, atrelando a isso o conhecimento das técnicas de processamento dos materiais, deixando assim a equipe de projeto mais confiante e capacitada nas escolhas a serem feitas (CALLISTER e RETHWISCH 2012).

Callister e Rethwisch (2012) afirmam ainda que os materiais são parte importante no desenvolvimento de produtos e a sua produção e o seu processamento constituem uma fatia importante da economia moderna.

Para Dias (2009) o termo materializar remete a dar ou assumir uma consistência, uma natureza material, transformar em realidade, representar de forma concreta, ou seja, concretizar algo. Para o autor os materiais são classificados de acordo com suas principais propriedades, que são: os metálicos, os poliméricos (sendo termoplásticos, termofixos e elastômeros), os cerâmicos, os materiais compósitos, os materiais naturais e os materiais eletrônicos.

De acordo com Palhias (2015) o designer dentro do processo de desenvolvimento de um produto tem uma relação direta com os materiais, pois desde o princípio do projeto se faz necessário o estudo do material que será utilizado, pois o designer é responsável pela materialização de objetos que medeiam o cotidiano e deve estar envolvido desde o planejamento até à produção, estando também inserido em estruturas que influenciam usuário final, sejam elas sociais, econômicas, tecnológicas ou culturais. Assim, a materialização dos produtos que são projetados e posteriormente testados deve promover e comunicar um conceito ao usuário, bem como a melhoria da qualidade de vida dos mesmos.

Dentro desse processo Ashby e Johnson (2011) apontam que o ato de materializar as ideias e testá-las com os usuário tem duas principais funções, uma é prover a funcionalidade técnica e a outra é dar personalidade aos produtos projetados, fazendo uso de materiais e processos de produção. Dessa maneira fica mais fácil perceber e captar algumas propriedades sensoriais – táteis, visuais e olfativas – em relação aos produtos que estão sendo projetados.

Para Pereira (2015) estas materializações podem ser feitas com diversos materiais, sejam os mais simples – como papel e cola ou argila – ou com os materiais mais sofisticados e complexas máquinas de Prototipagem Rápida – por adição ou remoção de material – que permitem a confecção de protótipos funcionais. No entanto, é importante que se diga que, entre o mais simples material e a mais sofisticada máquina de prototipagem, existe uma infinidade de materiais e técnicas, que permitem o mais alto nível de qualidade, tecnologia, sofisticação em cada etapa do desenvolvimento de um produto (PEREIRA, 2015).

Para Palhias (2015) é fundamental que o designer materialize uma ideiação que permita a experimentação dos materiais através de processos manuais, que não são possíveis por si só através da visualização bidimensional. Afinal a materialização permite ao designer o desenvolvimento de um modelo que possibilita a exploração de testes físicos complementando os desenhos, ideias e pressupostos.

Para Ashby e Johnson (2011), os materiais e o design são uma combinação que está atrelada a ciência e tecnologia, essa relação faz com que o designer adquira cada vez mais conhecimento técnico sobre os materiais e explore cada vez mais novos métodos de produção, os avanços na área de materiais conduzem a progressos no design, que podem originar novos comportamentos, novas experiências e inovação no design.

A transformação dos materiais em objetos só é possível por meio dos processos de fabricação e manufatura, que se iniciam com a matéria-prima

industrial, que pode passar por um ou mais processos como conformação – corte, junção/união, serramento e acabamento (DIAS, 2009). Observa-se que materiais, processos e produtos são elementos inseparáveis para a composição do objeto final, que pode ser composto por um ou mais materiais e ser produzido por mais de um processo (DIAS, 2009).

Calegari e Oliveira (2013) dizem que os materiais possuem significados que são percebidos tanto por designers como por usuários, e que a maneira como o designer irá utilizar determinado tipo de material, pode interferir diretamente na personalidade do produto e consequentemente na percepção dos usuários.

No processo de desenvolvimentos de um produto deve-se atentar para o contexto e em que o material é empregado, pois o mesmo pode interferir e até mesmo ditar se o produto será aceito. Afinal, esses usuários tem identidades e personalidades próprias e suas experiências formam repertório que pode influenciar na forma como os mesmos veem os materiais aplicados aos produtos.

Assim, vê-se a importância dos materiais dentro do processo de desenvolvimento de um produto e o estudo dos mesmos na busca por inovação e melhoria desses produtos, sem deixar de lado o usuário que deve ser peça central desse processo, atentando para suas opiniões, gostos e respostas em cada etapa do projeto.

2.4. A percepção e experiência do usuário

Durante as etapas de desenvolvimento de um produto, os designers terão que construir modelos e protótipos e consequentemente testar os mesmos com os usuários, afim de obter respostas que possam auxiliá-los nas etapas de projeto.

De acordo com El Marghani (2010) entende-se por usuário qualquer pessoa que entre em contato com o produto, seja ela o designer, o produtor, o trabalhador, o

operador ou o consumidor, seja no ambiente de trabalho, lazer ou ócio. Para a autora o usuário é abrangido em diversos contextos e experiência que certamente influenciam. Por exemplo, quando o sujeito participa de testes de usabilidade com objetivo de saber quão bom é o desempenho de um produto ou sistema, e suas preferências e gostos particulares certamente influenciam na forma como interage e nas suas avaliações perceptivas (EL MARGHANI, 2010).

Segundo Relvas (2002) com a complexidade cada vez maior dos produtos e sua mais ampla gama de funcionalidades, cresce também a exigência dos procedimentos de utilização e fica evidente a importância que o designer deve dar ao usuário. Fatores como facilidade de uso, identidade usuário-produto e adequação de forma e de materiais podem ser determinantes para o sucesso de um produto.

Para Kotogiannis e Embrey (1997) o designer não deve só projetar para o usuário, mas projetar com a participação do usuário. Segundo os autores, muitas vezes o usuário é incluído tardiamente no processo, o que é um problema bem comum. Inserir o usuário já no início do projeto pode aumentar a qualidade das decisões de design, a participação do usuário pode contribuir tanto para a análise das interações homem-máquina quanto para a aceitação das decisões de design. Segundo os autores através da construção de modelos e protótipos e da participação do usuário é possível avaliar o impacto das novas tecnologias, não apenas no design de produtos e sistemas, mas também em outros aspectos do uso, visando satisfazer as necessidades dos usuários (KOTOGIANNIS e EMBREY, 1997).

Segundo Dias (2009) os materiais, os produtos e os usuários mantem uma relação estreita, e o designer deve buscar compreender que se trata de um todo que influencia na escolha, na decisão, na aquisição ou no uso do produto.

Ter o usuário como foco ao projetar não significa se restringir a informações fornecidas pelo marketing, pelos dados antropométricos ou da psicologia cognitiva, o

desenvolvimento deve ser direcionado e centrado no usuário, isso faz com que o designer também adquira informações relacionadas aos desejos, motivações e que satisfaça e de prazer ao usuário (NIELSEN, 1993 apud. EL MARGHANI, 2010).

Buur e Windum (1994) explicam que as informações relativas ao usuário quase sempre são obtidas por meio de testes nos quais os usuários são classificados e divididos em dois grandes grupos, sendo denominados como usuários primários e usuários secundários. Os usuários primários seriam aqueles que fazem uso do produto diretamente - utilizam o produto em suas finalidades específicas – já os usuários secundários seriam as pessoas que interagem com o produto em algum momento, mas não utilizam o produto para sua finalidade específica, interagindo com o produto em algumas situações como a manutenção, a venda ou em um serviço.

Para Karlsson (1996 apud EL MARGHANI, 2010) o termo usuário deve ser visto de uma outra maneira. Para a autora o usuário seria somente a pessoa que utiliza o produto direta e especificamente, dando o exemplo de um mecânico que faz o reparo de um automóvel, ele não é o usuário direto daquele produto ele apenas faz o reparo logo ele é usuário das ferramentas que são utilizadas para o reparo e não do automóvel em si.

Já El marghani (2010) diz que os usuários secundários fazem parte do projeto desde o início até o final da vida útil do mesmo e devem ser divididas diferentes classes, sendo cada classe relacionada com uma etapa do ciclo de vida do produto. Essas classificações tem início já na etapa de Projeto onde os designers e engenheiros são os usuários do produto. Assim, já na etapa de Fabricação os funcionários e operários da empresa são os usuários do produto e na etapa de Venda são os vendedores e técnicos que interagem com o produto (EL MARGHANI, 2010).

Para Buur & Windum (1994), durante as etapas de desenvolvimento de um produto, os designers e toda a equipe envolvida no projeto devem entender, estudar e interagir com o usuário final do produto, fazendo isso por meio de ferramentas que possam auxiliá-los durante o projeto na obtenção de informações relacionadas a percepção do seu usuário, essas informações podem estar relacionadas a aspectos técnicos, ergonômicos, psicológicos e sociais.

Sobre isso Palhias (2015) explica que abordagens sobre como o usuário interage com um produto, interface ou serviço é de vital importância para o projeto. E o autor destaca que para realização dessas abordagens com o usuário o designer faz uso de modelos e protótipos para experimentar, testar e validar suas teorias ao invés de ficar fazendo suposições sobre o comportamento e preferências do usuário.

Ao utilizar desses elementos já no início do projeto colocando o usuário como centro das decisões, o uso de modelos e protótipos se tornam ainda mais interessantes e significativos, uma vez que tornam possível testar uma variedade de considerações como: ergonomia, as dimensões, aspectos cognitivos e aspectos relacionados a percepção estética, sensorial e tátil do material que compõe o produto (PALHIAS, 2015). Isso mostra que estudos que envolvam a percepção do usuário em relação aos diferentes tipos de materiais utilizados na confecção de modelos e protótipos durante o desenvolvimento de produto é de fundamental importância para o design.

Neste contexto destaca-se a importância da percepção na interação homem-artefato. Afinal, o homem interage com um grande número de produtos industriais em suas atividades da vida diária e, vale lembrar que, não é apenas o usuário que atua, age e opera nessa relação, pois trata-se de uma relação de troca de informações com o produto, e também com o entorno, “por meio de um ou mais canais receptores, como as percepções: visuais, auditivas, olfativas, gustativas e cenestésicas” (GOMES FILHO, 2006, p.40).

lida (2005, p. 258) define percepção como

“o resultado do processamento do estímulo sensorial, dando-lhe um significado. Os estímulos recebidos são organizados e integrados em informações significativas sobre objetos e ambiente. Nesse processo são usadas informações já armazenadas na memória para converter as sensações em significados, relações e julgamentos” (lida, 2005, p. 258).

Estudar a percepção do usuário vai totalmente de encontro a compreender e a selecionar o material correto que irá fazer parte do projeto, pois segundo Dias (2009) os produtos são compostos por diversos tipos de materiais e no momento que o usuário tem contato e interage com um produto e seu tipo de material, cada um dos órgãos relacionados aos sentidos é capaz de proporcionar diferentes sensações, sendo a percepção tátil a mais importante, estando relacionada a fatores como conforto, satisfação e preferências.

Uma vez que os materiais apresentam propriedades muito particulares, que são capazes de induzir a uma percepção única e exclusiva para cada usuário, a utilização de materiais durante as fases de desenvolvimento de produto se torna uma estratégia para designers, servindo um e criador de conexões emotivas entre os produtos e os usuários (DIAS,2009).

Ribas et al. (2004) acrescenta que no processo de desenvolvimento de um produto os designers tem como um dos compromissos ultrapassar as barreiras técnicas e funcionais de um produto, atendendo também os aspectos ligados as características humanas, psíquicas, fisiológicas, antropológicas e culturais dos usuários, incorporando tais informações na concepção do produto.

Para Karana (2009) o significado de um material está intrinsecamente relacionado as interações entre o usuário e os produtos, segundo a autora essas interações abrangem diversos aspectos, como técnico, funcional, estético, sendo os designers os responsáveis por considerar essas interações e utilizar os materiais para torná-las mais eficientes a fim de transferir certos significados.

São os materiais que vão proporcionar aos usuários durante a interação com os produtos diversas experiências, que estão diretamente ligadas aos aspectos físicos do mesmo, como os processos de fabricação, a disponibilidade, o custo, a função, a forma, o uso, os significados, associações, emoções, características dos usuários, aspectos culturais, etc. levando em consideração também os outros fatores que irão fazer parte do projeto (KARANA, 2015).

Uma vez que os produtos manifestam os valores emocionais dos usuários, essa capacidade implícita no produto pode ser determinante para que os usuários tenham êxito ao utilizar um determinado produto, isso atrelado a outras capacidades e ferramentas que o designer faz uso ao desenvolver produtos, tem a capacidade de atrair e cativar os possíveis usuários (RIBAS et al.,2004).

Para Pmbook (2004) os usuários são indivíduos que devem estar ativamente envolvidos no projeto, uma vez que seus interesses podem afetar positiva ou negativamente, interferindo e exercendo influência em sua execução e nos seus resultados. Assim os designers devem gerenciar o projeto identificando os possíveis usuários, determinando os requisitos, os dados técnicos, características e influenciar a fim de garantir que o projeto seja bem sucedido, mostrando a importância da interação do designer com usuários em todas as etapas do projeto. (PMBOOK, 2004).

Pois segundo Margolin (1997) a relação dos produtos com os usuários deve ser o tema central do discurso do design, que deve ter além das preocupações com o usuário, uma lista de requisitos de projeto que devem ser consideradas ao desenvolver um produto, o que torna o design uma tarefa muito mais difícil e exigente.

Norman (2006) corrobora com essa ideia ao dizer que essa dificuldade e exigência está diretamente ligada ao fato de que o designer na maioria das vezes

não entende muito bem o usuário, seus hábitos e a forma que os mesmos manipulam, operam e utilizam um determinado produto.

Norman (2006, p. 188) diz ainda que na maioria das vezes os designers pensam nele mesmos ao iniciar um projeto, fato que vai totalmente no sentido inverso, uma vez que os próprios designers não são os usuários do produto que está sendo desenvolvido. Até porque, segundo este autor, há uma grande diferença no conhecimento para projetar um determinado produto e no conhecimento necessário para a utilização do mesmo.

Para Margolin (1997) uma das maneiras pelas quais cultivamos nossas vidas é através da descoberta de novos produtos que tornam a vida mais fácil, mais eficiente, mais confortável ou mais divertida. Assim o processo de desenvolvimento de um produto pode ser amplamente enriquecido se houver um maior envolvimento de mais pessoas e quando eliminamos essas oportunidades, em nome de uma economia de serviço pós-industrial, privamos um grande número de pessoas da chance de transformar sua interação com produtos valiosas para si e para os outros e não damos a oportunidade de ouvir o usuário e aplicar seus interesses diretamente no projeto.

Para Dias (2009) conhecer e entender as formas como o usuário se relaciona com os produtos é necessário e é uma maneira de enriquecer, complementar e até de completar o projeto, uma vez que o produto transcende o aspecto do uso, adicionando ao produto um cunho social.

Palhias (2015) diz que a compreensão e estudo desse usuário pode ser realizada com a utilização de modelos e protótipos, que se elaborados nos mais diferenciados materiais tem a vantagem e a capacidade de permitir um estudo mais aprofundado, estando inserido no seu contexto físico e real de utilização do usuário.

Para Krippendorff (2000) os artefatos não existem fora do envolvimento humano, pois eles são construídos, compreendidos e reconhecidos quando usados

pelas pessoas, que têm seus próprios objetivos. O autor diz que a linguagem é a forma de coordenação mais importante, e que nós criamos o mundo perceptível enquanto nos comunicamos uns com os outros, logo construímos tecnologia através da conversação, assim os designers não podem ser bem sucedidos em seus projetos se não estabelecerem uma comunicação direta com os usuários.

Sendo assim o uso de materiais, Modelos e protótipos, pode colaborar de forma significativa para o desenvolvimento de produtos, e fazer parte dessa ponte de comunicação entre os designers e os usuários, sendo inserido nas mais variadas etapas e nos mais variados estudos esses modelos podem auxiliar o designer em perceber os gostos, a opinião, a percepção do usuário, seja frente a um novo produto ou forma, seja na adoção de novos materiais que possam compor o projeto.

2.4.1 Design, Modelos e a percepção do usuário

Estudos que tratam de analisar a percepção do usuário em relação aos materiais que constituem os produtos vem sendo cada vez mais explorados. Karana et al. (2010) realizou um estudo com o objetivo de testar se a forma de um produto, a função de um produto, o gênero do indivíduo que avalia o material de um produto e o histórico cultural do avaliador, afetavam os significados atribuídos aos materiais. Participaram do teste dezesseis alunos chineses (oito homens, oito mulheres) e dezesseis holandeses (oito homens, oito mulheres).

Da mesma forma Wongsriruksa et al. (2012) realizou estudo que teve como objetivo investigar a percepção tátil de uma variedade de materiais com superfícies preparadas usando o mesmo procedimento de moagem, com a intenção de revelar quão bem a percepção humana está relacionada aos dados da propriedade física. Os autores utilizaram 23 amostras confeccionadas em diferentes materiais e participaram deste estudo 40 voluntários (20 homens e 20 mulheres).

Lindberg et al. (2013) também realizaram um estudo no qual o objetivo era investigar as percepções táteis e associações de diferentes tipos de materiais à base de madeira e determinar como novos materiais, criados a partir de compósitos de madeira, são percebidos em relação a madeira maciça. Utilizaram para isso nove amostras de madeira maciça e compósitos de madeira, apresentados de forma aleatória. Participaram desse estudo 30 participantes (18 mulheres e 12 homens).

Karana (2015) em sua tese de doutorado realizou um estudo onde o objetivo era testar a percepção de usuários a partir de 8 produtos feitos de diferentes materiais como: madeira, metal, cerâmica, elastômero e plástico. Participaram do experimento 10 estudantes universitários (5 do gênero feminino e 5 do gênero masculino). Cada participante avaliou individualmente os materiais dos produtos. Os produtos foram apresentados um por um em uma ordem aleatória para cada participante. Após cada produto, os participantes receberam uma folha de avaliação composta por uma lista de dez escalas bipolares de cinco pontos vinculadas às propriedades sensoriais dos materiais.

Outros estudos relacionados a percepção do usuário quanto a diferentes materiais vêm sendo realizados na Unesp de Bauru, como o estudo realizado por Falcão (2015), que teve o objetivo de avaliar a relação de algumas características relacionando as texturas com a percepção de desconforto e agradabilidade, buscando compreender o dimensionamento sensorial tátil em ferramentas manuais. Foi utilizado para a avaliação o método SEQUAM, e foram utilizados para o teste 8 mockups de martelos unha com distintas configurações de texturas aplicadas aos seus cabos. Os testes foram realizados com profissionais marceneiros e usuários domésticos.

E Pereira (2015) realizou um estudo com o objetivo de determinar qual técnica de prototipagem (Tradicional e Prototipagem rápida) é mais adequada a cada das fases do processo de Design Ergonômico. Para isso o autor construiu 16 modelos com diferentes técnicas e materiais que foram analisados e testados com

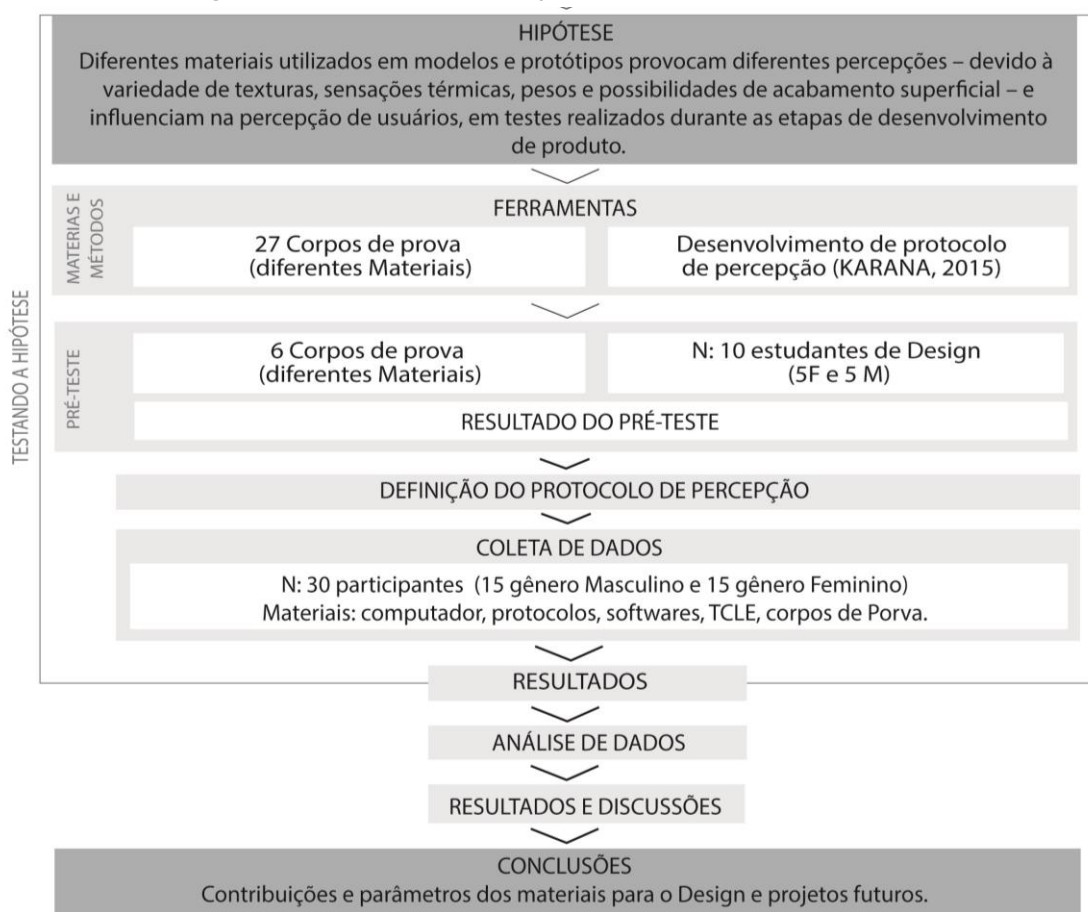
15 profissionais com conhecimento de protótipos e desenvolvimento de produto. Os Modelos foram avaliados levando-se em consideração aspectos relacionados à Função estética, Função prática e Função simbólica. Com o objetivo de determinar a classificação da ordem e os grupos aos quais cada modelo pertence, bem como sua aplicação em diferentes etapas metodológicas do Design Ergonômico.

Assim baseando-se nos estudos descritos fica nítida a importância de se levar em consideração e de avaliar a percepção dos usuários frente aos materiais que são utilizados na confecção de modelos e protótipos, dentro de cada uma das etapas de desenvolvimento de produto, pois esse tipo de análise e avaliação pode prever e até antecipar a reação do usuário a determinado tipo de material que possa compor o produto. Auxiliando designers nas fases de projeto, evitando erros e frustrações que possam vir fazer parte da experiência dos os usuários.

3. Materiais e Métodos

Com a revisão da literatura já fundamentada, as hipóteses passaram a ser testadas, visando compreender se há diferenças na percepção em relação aos diferentes tipos de materiais que são utilizados dentro do processo de desenvolvimento de produto (figura 14).

Figura 14 – Estrutura da tese para Materiais e Métodos.



Fonte: do autor.

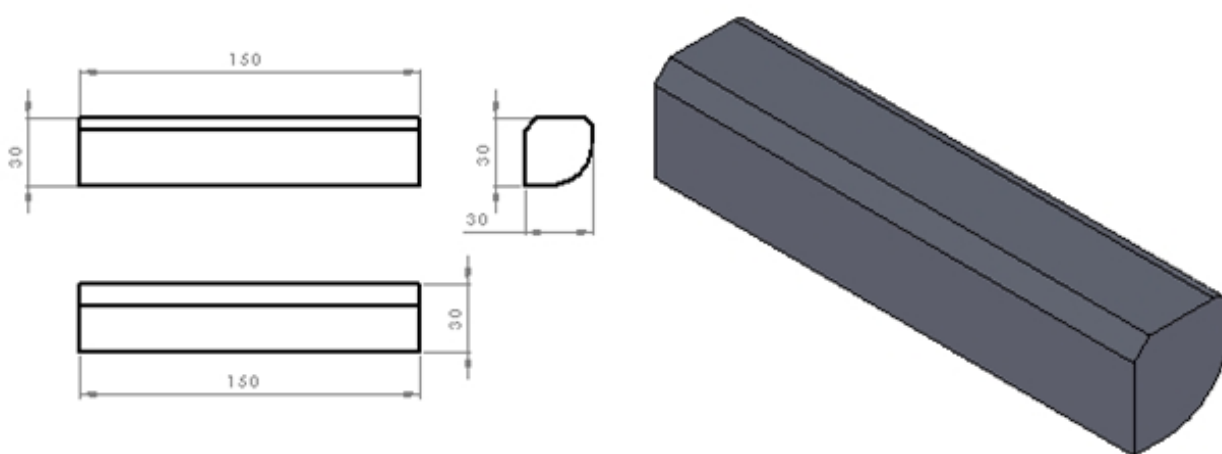
3.1. Materiais

Nesse estudo foi testada a percepção por meio de 27 (vinte sete) modelos, que foram produzidos com diferentes técnicas de prototipagem tradicionais e também em

equipamentos de manufaturas aditivas e subtrativas com os respectivos materiais e softwares utilizados nessas tecnologias.

O modelos obtidos por meio de prototipagem tradicionais tiveram como ponto de partida representação 3D desenvolvida em software de modelagem tridimensional paramétrica, com as dimensões finais de: 150 mm X 30mm X 30 mm (figura15).

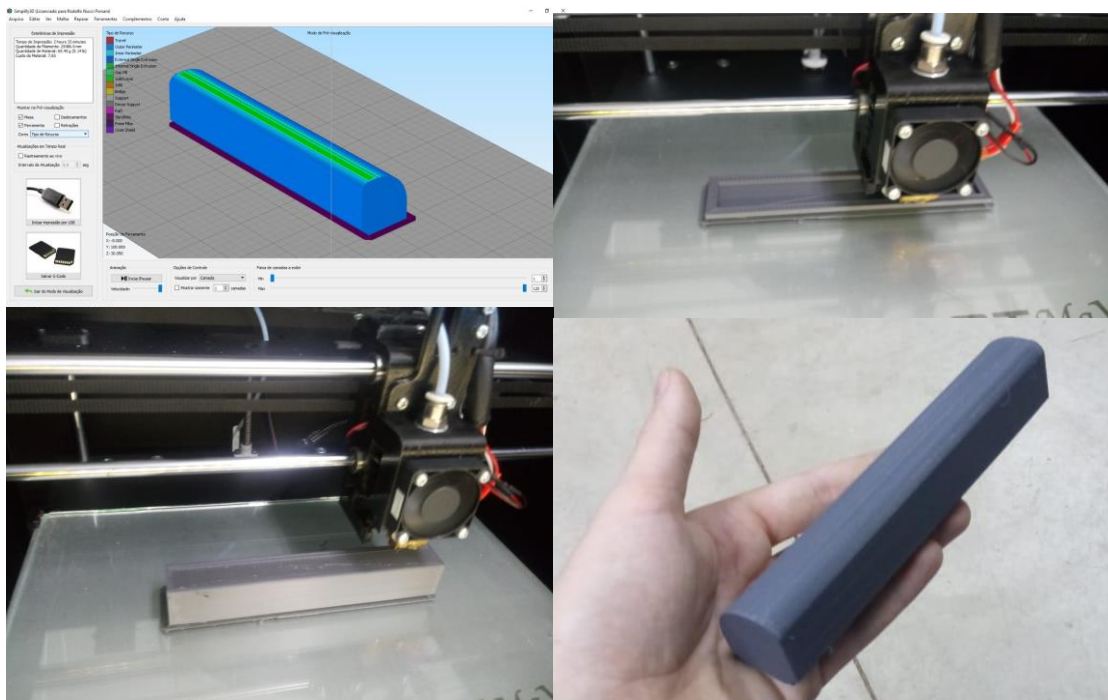
Figura 15 – Modelo desenvolvido para o estudo



Fonte: do autor.

Após a modelagem tridimensional o modelo foi confeccionado em uma impressora 3D do modelo FDM (modelagem por deposição de filamento fundido) a fim de se estabelecer o rigor geométrico e técnico desejado (figura 16). A partir desse modelo base foi feita a moldagem com borracha de silicone, o que gerou um molde. Esse molde serviu de base para a replicação dos modelos em outros materiais como Resina Poliéster sem Carga, Resina poliéster com Carga, Resina de poliuretano, Resina Epóxi, Gesso, Borracha de Silicone, Cimento, entre outros.

Figura 16 – Confeção do modelo para estudo.



Fonte: do autor.

Os demais modelos (Aço, Alumínio, Nylon, EPS – Espuma de Poliestireno Expandido, Espuma de Poliuretano (PU), Madeiras, PVC, Polietileno, Polipropileno) também foram construídos com base no modelo digital desenvolvido em software de modelagem paramétrica, e fabricados com fresadora CNC.

3.1.1 Materiais utilizados no desenvolvimento dos modelos

Os modelos foram divididos em 4 Categorias de materiais: Metais, Polímeros (Termoplásticos, Termofixos, Espumas e Elastômeros), Cerâmicos e Materiais Naturais (Madeiras). Totalizando, conforme tópico anterior, 27 modelos (figura 17).

Figura 17 – Tabela com os Modelos desenvolvidos e materiais utilizados.

MATERIAL	
M1	Aço
M2	Alumínio
M3	PEAD - Polietileno de alta densidade
M4	PP - Polipropileno
M5	PVC - Policloreto de Vinila
M6	POM - Poliacetal
M7	PA - Poliamida
M8	Resina Poliester com Carga
M9	Resina Poliester sem Carga
M10	Resina Poliester Cristal
M11	Resina Epoxi
M12	Resina Poliuretano
M13	Resina Poliuretano Cristal
M14	Borracha de Silicone Branco
M15	Borracha de Silicone Azul
M16	Espuma de Poliestireno Expandido
M17	Espuma de Poliuretano Rígida
M18	Espuma de Poliuretano Flexível
M19	Cibatoool
M20	Cimento
M21	Gesso
M22	MDF - Placa de Fibra de Média Densidade
M23	Madeira Pinus
M24	Madeira Mogno
M25	Madeira Compensada
M26	Madeira Eucalípto
M27	BLC - Bambu Laminado Colado

Fonte: do autor.

3.1.1.1 Metais

De acordo com Ashby e Johnson (2011) grande parte dos elementos presentes na tabela periódica são metais, os metais são muito utilizados no Design de produtos, os metais mais utilizados são os Aços e Alumínio, seguidos por Cobre, Ferro, Níquel,

Zinco, Titânio, Magnésio e Tungstênio. Comparados com todas as outras classes de materiais os metais são rígidos, fortes e duros, porém pesados.

Ramos et al. (2017) afirma que os Materiais metálicos podem ser utilizados na fabricação de peças e equipamentos para diferentes aplicações e funções. Contudo, estes materiais, não são aplicados no seu estado puro, pelo que se apresentam sob a forma de ligas metálicas.

Segundo estes autores os metais apresentam propriedades físicas, químicas, térmicas, elétricas e mecânicas bastantes diversificadas e através das suas cores e brilhos permitem a sua rápida identificação e catalogação em grupos (RAMOS et al., 2017).

De acordo com Ramos et al. (2017) os materiais metálicos podem ser ligados a outros elementos, dando origem a uma liga metálica, e estão divididos em duas principais ligas:

- **LIGAS FERROSAS:** Apresentam o elemento ferro como constituinte principal (os ferros fundidos e aços).
- **LIGAS NÃO - FERROSAS:** Não apresentam o elemento ferro como constituinte (o latão (cobre e zinco), o bronze (cobre e estanho) e o duralumínio (alumínio e cobre) entre muitas outras disponíveis comercialmente).

▪ **Aço**

Para Lefteri (2017) o Aço é um dos materiais mais importantes do mundo, pelo balanço entre força, facilidade de formação e preço. Segundo o autor o aço sugere associações com a indústria pesada, mas para realmente entender seu valor para o mundo, podemos considera-lo um material bruto do qual uma grande variedade de derivados, com diferentes nuances, podem ser formados.

Ainda segundo Lefteri (2017) o aço é obtido combinando o ferro com pequenas quantidades de carbono, sendo a inclusão do carbono, em vários graus, e a forma como o oxigênio é deixado escapar durante o processo que determinam as propriedades dos tipos de aço formados.

Ramos et al. (2017) afirma que os aços são ligas metálicas cujo os teores de carbono podem variar de 0,008 a cerca de 2%, isso faz com que os aços sejam classificados de quatro formas distintas, sendo elas, a composição química, teor de carbono, microestrutura e aplicações.

Ainda segundo Ramos et al. (2017) os aços também podem ser classificados de acordo com a sua dureza no estado recozido em: extra macios, macios, meios-macios, meio-duros, extra duros.

Assim, dentro da família dos metais confeccionou-se modelo em Aço – Modelo 01 (Figura 18).

Figura 18 – Modelo 01 confeccionado em Aço.



Fonte: do autor.

▪ Alumínio

Segundo Ramos et al. (2017) o alumínio é o elemento metálico mais abundante da crosta terrestre, no entanto, raramente é encontrado livre, e suas aplicações industriais são mais recentes relativamente a outros materiais. Começou a ser produzido em escala industrial a partir do final do século XIX.

Tem baixo custo, está associado a reciclagem, com consequente aumento de tempo de vida útil. O alumínio é o material das ligas leves mais importante e no seu estado puro é muito dúctil e resistente a corrosão (RAMOS et al., 2017).

Ramos et al. (2017) ainda aponta que devido as suas propriedades, entre as quais salienta a densidade (um terço do aço), boa condutividade elétrica e térmica, ductilidade, não magnético, fácil de maquinar, moldável em fundição e resistente à corrosão, permite variadas aplicações, o que o torna um material importante em múltiplas atividades possibilitando o projeto e a produção de transportes, embalagens, construção civil, utensílios domésticos, cabos elétricos, caldeiraria e na indústria aero espacial e aeronáutica.

Assim, dentro da família dos metais produziu-se modelo em Alumínio (Modelo 02) (Figura 19).

Figura 19 – Modelo 02 confeccionado em Alumínio.



Fonte: do autor.

3.1.1.2 Polímeros

De acordo com Ramos et al. (2017) os Polímeros são comumente chamados de plásticos, designação essa que está relacionada ao fato de sua forma ser modificada facilmente quando exposto a uma fonte de calor. O nome “Polímero” deriva do grego (polys = muitos; meros = partes). O nome plástico também está relacionado a mudança de forma que o material apresenta ao sofrer qualquer tipo de tensão.

São Elementos de peso molecular elevado e são formados por macromoléculas, a maioria dos polímeros que conhecemos podem ser considerados materiais novos. Relativamente recém descobertos, são materiais que tem uma certa responsabilidade por avanços consideráveis na história da humanidade, seja no âmbito científico / tecnológico, seja em produtos de uso cotidiano.

Segundo Ramos et al. (2017) os polímeros permitem a obtenção de produtos simples e de uso cotidiano como sacos plásticos, garrafas, baldes ou cadeiras e

produtos mais complexos como componentes para automóveis, blindagens, computadores ou na biomedicina.

Aparecendo também em aplicações mais específicas como a área médica, no qual são utilizados na confecção de próteses como as de silicone, órteses em componentes utilizados na reabilitação, na fabricação de válvulas e componentes que podem substituir partes ósseas ou até órgãos (RAMOS et al., 2017).

3.1.1.2.1 Termoplásticos

De acordo com Ramos et al. (2017), os termoplásticos são os materiais mais abundantes no mercado e caracterizam-se pelo aumento da sua maleabilidade quando sujeitos a ação do calor.

Ramos et al. (2017) também afirmam que estes polímeros, podem ser facilmente deformados e novamente solidificados, assumindo novas formas, sendo por isso, facilmente, recicláveis. As principais características dos termoplásticos são: o amolecimento com o aumento da temperatura e o endurecimento com a diminuição da mesma, o que denomina-se como processo reversível, são reutilizáveis, em geral são menos rígidos, menos resistentes e mais dúcteis, são materiais de grande aplicação industrial.

Dentro da família dos polímeros foram confeccionados modelos utilizando os seguintes materiais: PEAD - Polietileno de alta densidade (Modelo 03), PP – Polipropileno (Modelo 04), PVC – Policloreto de Vinila (Modelo 05), POM – Poliacetal (Modelos 06), Poliamida (Modelo 07), conforme figuras seguintes.

- **Polietileno de alta densidade.**

Segundo Ramos et al. (2017) o Polietileno é um termoplástico inerte e resistente à água potável ou salgada, sendo, por isso, utilizado na produção de embalagem para diversos produtos domésticos.

Lefteri (2017) afirma que os polietilenos são os plásticos mais amplamente utilizados em todo mundo, e sua atuação é uma das mais difíceis de resumir, pois apresentar muitas variedades, sendo elas polietileno de baixa, média e alta densidade.

Sendo um material econômico e de fácil moldagem, permitindo um leque de possibilidades de cores, podendo também ser transparente ou translúcido, mas é de difícil pintura, O polietileno, pode ser utilizado na obtenção de peças, e é disponibilizado no mercado sob a forma de fibras, filme, placa, varão ou espuma estrutural (RAMOS ET AL., 2017).

Figura 20 – Modelo 03 confeccionado em Polietileno de alta densidade.



Fonte: do autor.

▪ Polipropileno

De acordo com Ramos et al. (2017) o Polipropileno é um polímero de elevado uso, com preço e aplicabilidade idêntica à do polietileno, sendo que no seu estado puro é um polímero inflamável e degradável aos raios ultravioleta, contudo, existem aditivos que permitem melhorar essas propriedades.

Apresenta maior rigidez que o polietileno e resiste a temperaturas de trabalho superiores, podendo ser utilizado no fabrico de determinados elementos estruturais (Ramos et al., 2017).

Já Lefteri (2017) afirma que o Polipropileno tem propriedades semelhantes a do polietileno, porem sua densidade é menor e seu ponto de amolecimento é mais alto, apresenta bom desempenho em altas temperaturas, sendo ruim em baixas temperaturas, tem um processamento versátil, combina-se bem com outros materiais, é compatível com alimentos e é um material reciclável.

Figura 21 – Modelo 04 confeccionado em Polipropileno.



Fonte: do autor.

▪ PVC – Policloreto de Vinila

Ashby e Johnson (2011) descrevem o PVC como sendo um dos polímeros mais baratos e versáteis, junto com o polietileno, é um dos polímeros mais utilizados, em sua forma pura o PVC apresenta peso elevado, rigidez, por isso necessita de plasticizadores que podem transforma-lo em uma material rígido, com elasticidade e maciez semelhante a borracha.

Ramos et al. (2017) acrescenta que o PVC também é conhecido por uma das suas designações comerciais VINYL® sendo no estado puro é rígido e quebradiço, contudo, para a obtenção de produtos derivados e mais flexíveis, como matérias de forro, de pisos e de paredes, são utilizados determinados compostos que durante o ciclo de vida geram alguma preocupação devido à sua toxidade persistente e bioacumulativa.

Figura 22 – Modelo 05 confeccionado em PVC.



Fonte: do autor.

▪ Poliacetal.

Para Ramos et al. (2017) o Poliacetal é um polímero similar a poliamida, mas mais rígido, e apresenta boa resistência à fadiga e ao contato com fluídos, sendo de fácil moldagem, é, por isso, bastante utilizado em processos de injeção, podendo-se injetar espessuras mínimas da ordem de 0.1mm.

Já para Lefteri (2017) o Poliacetal é considerado um plástico de engenharia, o que denota a esse material características superiores, particularmente em áreas que precisam de alternativas para a substituição do nylon, o Poliacetal apresenta excelente força a flexão, excelente resistência química, é autolubrificante e tem uma superfície engordurada, sendo um plástico reciclável.

Figura 23 – Modelo 06 confeccionado em Poliacetal.



Fonte: do autor.

▪ Poliamida

Para Ramos et al. (2017) a Poliamida é reconhecida por uma das suas designações comerciais, o NYLON®, ela apresenta uma temperatura de trabalho máxima entre - 30 a 180°C, baixo coeficiente de atrito e fraca resistência a ácidos.

Já Lefteri (2017) apresenta a Poliamida como sendo um material bastante flexível, fácil de injetar e de usinar e pode ser ligado por solda térmica, ultrassónica, adesivos de poliéster ou epóxi, permitindo a pintura de superfícies e metalização.

É utilizado na obtenção de fibra para ser usada como reforço de outros polímeros, as poliamidas preenchem muito bem cada aspecto da nossa vida diária, das cerdas da escova de dente até a sola de sapato, como material moldável, a poliamida ganhou aplicações onde se usavam metais (LEFTERI, 2017).

Figura 24 – Modelo 07 confeccionado em Poliamida.



Fonte: do autor.

3.1.1.2.2 Termofixos

Os termofixos ou termoendurecíveis segundo Ramos et al. (2017) são polímeros obtidos por uma reação química que resulta da ligação e cruzamentos de cadeias poliméricas, apresentam características mais rígidas e mais frágeis que os termoplásticos e, uma vez que são moldados e endurecidos perdem a propriedade de fusão, ficando quebradiços quando aquecidos, o que impede de serem reciclados.

Dentro da família dos termofixos temos os modelos confeccionados nos seguintes materiais: Resina Poliéster com carga (Modelo 08), Resina Poliéster sem carga (Modelo 09), Resina Epóxi (Modelo 11), Resina de Poliuretano (Modelo 12) e Resina Poliuretano cristal (Modelo 13).

▪ **Resina Poliéster**

Segundo ramos et al. (2017) as resinas de Poliéster são termofixos que resultam da combinação de um glicol com um álcool, o poliéster é o material matriz mais comum em compósitos, oferecendo como principais vantagens a facilidade de manuseamento, baixo custo, estabilidade dimensional e boa resistência química e mecânica, apresenta-se em dois tipos a resina tradicional com uma coloração escura e translúcida e a resina cristal, com um alto grau de transparência (Figura 25, 26 e 27).

As resinas de poliéster são econômicas e permitem aplicações de enchimento ou de reforço, sua baixa viscosidade e o custo de matéria prima permite que seja utilizada em enchimento, muitas vezes designada de extensor, o que permite reduzir o custo em cerca de 50% do compósito, a resina poliéster é, na maioria das aplicações, usada com fibra de vidro (RAMOS ET AL., 2017).

Figura 25 – Modelo 08 confeccionado em Resina Poliéster com carga.



Fonte: do autor.

Figura 26 – Modelo 09 confeccionado em Resina Poliéster sem carga.



Fonte: do autor.

Figura 27 – Modelo 10 confeccionado em Resina Poliéster Cristal.



Fonte: do autor.

▪ Resina de Epóxi

Ramos et al. (2017) define a resina Epóxi é um polímero termofixo que endurece quando se mistura com um agente catalisador ou endurecedor. Apresenta excelentes propriedades mecânicas, elétrica e adesivas com excelente resistência a ataques químicos (Figura 28).

As resinas epóxi apresentam elevada viscosidade, mas podem ser modificadas para diminuir essa viscosidade. No processo de moldagem é utilizada a gravidade ou baixa pressão, não sendo habitual a obtenção de peças com espessuras inferiores a 2mm (RAMOS ET AL., 2017).

Figura 28 – Modelo 11 confeccionado em Resina Epóxi.



Fonte: do autor.

▪ Resina Poliuretano

De acordo com Pereira (2015) a resina de Poliuretano é composta por dois componentes, carga e reagente que são misturados e fundidos em um plástico, apresentam excelentes propriedades físicas é considerada como plástico de engenharia.

Muito utilizado para fundir objetos decorativos, ferramentas e modelos em prototipagem, uma vez que apresentam grande resistência física e química. Assim, como para criar contra moldes leves para servirem de suporte a moldes de borracha de silicone. As resinas de Poliuretano apresentam diversas densidades, podendo imitar materiais de praticamente qualquer densidade e aparência, incluindo espumas de baixa densidade, termoplásticos, vidro, madeira, pedras e metais (MOLDFLEX, 2014). A resina de Poliuretano pode se apresentar da forma normal, como também na forma cristal (Figura 29 e 30).

Figura 29 – Modelo 12 confeccionado em Resina de Poliuretano.



Fonte: do autor.

Figura 30 – Modelo 13 confeccionado em Resina de Poliuretano Cristal.



Fonte: do autor.

3.1.1.2.3 Elastômeros

O termo elastômero é utilizado para descrever qualquer Borracha ou material parecido com borracha de origem natural ou sintética. Os elastômeros são, geralmente, conhecidos como borrachas e caracterizam-se pela sua elasticidade, isto é, à temperatura ambiente podem ser alongados até duas vezes ou mais o seu comprimento inicial e retomar o tamanho original quando se retira a carga, esses polímeros não são rígidos e nem fundíveis (RAMOS et al.,2017).

O elastômero utilizado nesse estudo foi a borracha de silicone, que foi utilizada na confecção do molde onde foram replicados os modelos em outros materiais, o silicone também foi utilizado na confecção dos Modelos 14 (Borracha de silicone Branca e 15 (Borracha de Silicone azul).

▪ Silicone

Ramos et al. (2017) afirmam que os silicones são compostos quimicamente inertes, inodoros, incolores, resistentes à decomposição pelo calor, água ou agentes oxidantes, sendo também bons isolantes elétricos. Podem ser sintetizados numa grande variedade de formas e com inúmeras aplicações.

São usados como agentes de polimento, vedação e proteção e como impermeabilizantes e lubrificantes. Permitem a obtenção de peças, componentes e moldes, são muito utilizados na área médica em cateteres e próteses (RAMOS et al., 2017).

Os silicones se apresentam em diversas cores e tipos de dureza que são classificadas dentro da escala de shore A.

Dentro da classe dos Elastômeros temos os modelos confeccionado no seguinte material: Borracha de silicone branca (Modelo 14) e Borracha de silicone

azul (Modelo 15) (Figura 31 e 32). Sendo a borracha de silicone branca apresenta maior dureza em relação a borracha de silicone azul.

Figura 31 – Modelo 14 confeccionado em borracha de Silicone branco.



Fonte: do autor.

Figura 32 – Modelo 15 confeccionado em borracha de Silicone azul.



Fonte: do autor.

3.1.1.2.4 Espumas

As espumas são obtidas pela expansão de um líquido com um agente químico. O material final possui menor densidade, rigidez e resistência de que o material de base, dependendo da fração de volume do sólido. Estes polímeros são materiais que apresentam características que propiciam o acolchoamento, amortecimento e sendo também muito utilizadas para o controle acústico ou isolamento térmico (RAMOS et al., 2017).

Para Ramos et al. (2017) as propriedades das espumas dependem mais do material base que da sua densidade e são influenciadas pelas formas das células. A maior parte das espumas comerciais possuem densidade relativa entre 1 e 30%. Podem existir duas variantes de espuma; com célula fechada; ou com célula aberta. As espumas de baixa densidade com células fechadas têm boas características para isolamento térmico ou para flutuação.

Ashby e Johnson (2011) afirmam que componentes feitos de espumas estruturais tem alta razão rigidez/peso, boa absorção de som, alta resistência ao impacto, mas baixa resistência a tração. Segundo os autores as espumas são fabricadas por expansões e solidificações controladas de um material líquido ou fundido por meio de um agente insuflador, sejam físicos, químicos e mecânicos (ASHBY E JOHNSON, 2011).

Existem diversos tipos de espumas, as poliméricas, as cerâmicas e as metálicas, sendo utilizadas para os mais diversos tipos de serviços, a mais conhecida é a espuma de poliestireno expandida sendo comercialmente conhecida como Isopor®.

Dentro da classe das espumas temos os modelos confeccionados nos seguintes materiais: Espumas de poliestireno expandido (Modelo 16) e Espuma de

Poliuretano rígida (Modelo 17), Espuma de Poliuretano flexível (Modelo 18) e o Cibatoool (Modelo 19). (Figura 33, 34, 35, 36).

▪ **Espumas de poliestireno expandido**

Segundo Ramos et al. (2017) o Poliestireno é um polímero do grupo dos termoplásticos com propriedades óticas, é econômico e de fácil moldagem, representando cerca de 20% dos termoplásticos comerciais.

A temperatura de trabalho é de 110°C. Apresenta bom isolamento térmico e não reage na presença da maioria dos alimentos, pelo que é bastante utilizado em embalagens, acondicionando e conservando os mesmos. Existem três variantes de poliestireno, o simples (PS), o de alto Impacto (PSAI) e espuma (Poliestireno Expandido -EPS), sendo esse último comercialmente chamado de ISOPOR® (RAMOS et al., 2017) (Figura 33).

Figura 33 – Modelo 16 confeccionado em espuma de Poliestireno expandido.



Fonte: do autor.

▪ Espuma de Poliuretano rígida

Segundo Ramos et al. (2017) a espuma de Poliuretano (PU) apresenta uma variedade de densidades e de durezas, que dependem do tipo de monômero e aditivos usados.

De acordo com os autores as espumas podem conter células abertas e fechadas, o que o torna um material versátil, apresentando uma grande variedade de propriedades desde espumas rígidas, até espumas (flexíveis ou estruturais) (Figura 34 e 35).

Figura 34 – Modelo 17 confeccionado em espuma de Poliuretano rígida.



Fonte: do autor.

Figura 35 – Modelo 18 confeccionado em espuma de Poliuretano flexível.



Fonte: do autor.

- **Cibatoool**

Figura 36 – Modelo 19 confeccionado em Cibatoool.



Fonte: do autor.

3.1.1.3 Cerâmicos

A palavra cerâmica vem do grego “keramos” e, segundo Ramos et. al (2017), o termo era aplicado às cerâmicas e as porcelanas, mas, recentemente, começou a ser utilizado para referir os materiais inorgânicos, não-metálicos, incluindo os produtos refratários como os vidros e os cimentos.

Existem diversas formas de classificar os materiais cerâmicos, mas, devido a sua amplitude e heterogeneidade, a classificação apresentada tem por base fatores como matérias-primas, propriedades e áreas de aplicação (RAMOS ET AL., 2017). Os materiais cerâmicos utilizados nesse estudo para a confecção dos modelos foram o Cimento (Modelo 20) e o Gesso (Modelo 21).

▪ Cimento

De acordo com Ramos et al. (2017) o cimento é um material com aplicações sobejamente conhecidas na arquitetura e na construção civil que confere rigidez, durabilidade e resistência às estruturas. Por definição, o cimento é um ligante hidráulico que, quando misturado com água, forma uma pasta que faz presa e endurece devido as reações e processos de hidratação.

Depois de endurecido esse material conserva as sua resistência mecânica e estabilidade. O cimento usa como matéria prima o clínquer obtido da calcinação do calcário e argila, que em contato com a água nas proporções adequadas se torna uma argamassa moldável (RAMOS et al., 2017).

Se for adicionada muita água, a dureza do cimento é reduzida, e se for pouca, a reação química não acontecerá e o cimento não irá endurecer. O cimento pode ser misturado com outros elementos que lhe conferem diferentes propriedades (RAMOS et al., 2017) (Figura 37).

Figura 37 – Modelo 20 confeccionado em Cimento.



Fonte: do autor.

▪ Gesso

De acordo com Ribeiro (2013) o gesso é um aglomerante obtido pela britagem e desidratação da gipsita que é constituída predominantemente de Sulfato de cálcio CaSO_4 , após o processo de desidratação o gesso é triturado e adquire o aspecto que conhecemos.

Para Pereira (2015) é um material muito conhecido e muito utilizado na Construção Civil, servindo como revestimento ou até na produção de peças em geral que dão acabamento a um ambiente, também é muito utilizado na confecção de moldes e matrizes. Existem alguns tipos de gesso, uns mais outros menos resistentes.

O mais comum é o Gesso de Paris, sendo o que apresenta a menor resistência, já o gesso – pedra, é considerado um tipo mais resistente e também mais caro que o gesso comum. O gesso é encontrado na forma de pó e necessita ser misturado com água para o seu preparo.

Netto (2014) afirma que para se deixar o gesso mais resistente e também um pouco mais leve, geralmente é usado um tipo de tecido com tramas abertas (por exemplo, a juta) ou fibras de sisal. O processo consiste em mergulhar este tecido no gesso aplica-lo sobre o molde, servindo como reforço para a peça que está sendo confeccionada.

Um fator ao qual se deve dar a devida atenção, quanto ao gesso, é quanto ao seu armazenamento, para o qual se deve escolher um local mais quente e seco, de preferência acima do chão para evitar absorver umidade. A vida útil é limitada, mas pode ser aumentada se o gesso for armazenado em recipientes plásticos sem ar ou em plásticos bem apertados (NETTO, 2014).

Dentro da classe dos Cerâmicos temos os modelos confeccionados nos seguintes materiais: Modelo 20 - Cimento e Modelo 21 - Gesso (Figura 38).

Figura 38 - Modelo 21 confeccionado em Gesso.



Fonte: do autor.

3.1.1.4 Madeiras

Segundo Ashby e Johnson (2011) as madeiras tem sido utilizadas desde o início dos tempos na fabricação de produtos. Os antigos egípcios utilizavam as madeiras em móveis e esculturas. Já os gregos e os romanos utilizavam a mesma, para a construção de elaborados barcos, carruagens e armamentos.

De acordo com Pereira (2013) as madeiras são um material único para o design, uma vez que encontramos tanto nas florestas nativas quanto nas florestas plantadas uma variedade de tipos de madeiras, das mais variadas cores e texturas. A deposição diferenciada de extrativos e as variações da sua constituição anatômica, associadas ao método de desdobro das toras, propiciam desenhos inigualáveis que são utilizados na confecção de mobiliários e de produtos de alto padrão.

Oferecendo uma notável combinação de propriedades, sendo leves, e no sentido paralelo do grão é rígida, forte e dura, tão boa por unidade de peso, quanto qualquer material feito pelo homem (ASHBY E JOHNSON, 2011).

As madeiras são baratas, renováveis, e a energia fóssil utilizada para cultivá-la e cortá-la é compensada pela energia que ela captura do sol durante seu crescimento. Sendo um material fácil de usinar, esculpir e unir, quando laminada pode ser moldada em formas complexas, sendo esteticamente agradável, tanto em cor quanto em toque sempre associada com o design e qualidade (ASHBY E JOHNSON, 2011).

O uso da madeira como matéria prima mantém com o ser humano uma relação biofísica, catalisadora de sensações prazerosas, pois seu cheiros, cores, brilhos, reflexos e temperaturas e ainda o desenho de suas fibras, formando composições visuais e asperezas diferenciadas, aguçam os sentidos e desejos (PEREIRA, 2013).

Para Pereira (2013) os aspectos agradáveis dos diferentes tipos de madeiras resultam da vasta combinação de propriedades físicas e sensoriais, características da exuberância florestal.

Assim as madeiras desempenham um papel importante e fundamental nesse universo dos materiais, sendo muito utilizadas na confecção de mobiliários, construções, e produtos em geral.

As madeiras utilizadas nesse estudo para a confecção dos modelos foram o MDF (Modelo 22), o Pinus (Modelo 23), o Mogno (Modelo 24), o Compensado (Modelo 25), o Eucalipto (Modelo 26) e o BLC - Bambu laminado colado (Modelo 27) (Figura 37, 38, 39, 40, 41, 42).

▪ **MDF**

Cancela (2014) afirma que o MDF (*medium-density fibreboard*) é a um compósito de madeira, que começou a ser fabricado nos anos 60, sendo a solução mais ecologicamente correta em se tratando da utilização de madeira.

O MDF é fabricado a partir da fibra da madeira, ou seja, as fibras da madeira são separadas através de uma espécie de cozimento, depois a madeira é transformada, em uma espécie de polpa grossa, que é depois reforçada com cera e resina para formar a chapa final (CANCELA, 2014) (Figura 39).

Figura 39 – Modelo 22 confeccionado em MDF.



Fonte: do autor.

▪ Pinus

O pinho de acordo com Lefteri (2017) trata-se de uma família de madeiras que inclui diversos tipos. Sua característica varia de uma madeira pastosa, ou resinosa, a um pinho amarelo, apresentando um exterior branco e um interior que varia entre o amarelo-marrom e o vermelho-marrom, acompanhado de um delicado aroma de resina.

Os pinhos ou pinheiros estão entre as madeiras mais conhecidas e utilizadas, principalmente pela sua grande amplitude de propriedades estruturais, incluindo força, rigidez, processabilidade, excelente estabilidade e baixa contração (LEFTERI, 2017) (Figura 40).

Figura 40 – Modelo 23 confeccionado em Pinus.



Fonte: do autor.

▪ **Mogno**

Albuquerque et al. (2011) afirmam que a madeira Mogno é valorizada para carpintaria, marcenaria, móveis, construção naval e lâminas decorativas. São apropriados para se fabricar, pisos, acabamentos interiores, corpos do veículo, brinquedos, novidades, dormentes, tornearia e celulose.

O comércio do mogno é extraordinário, devido às características tecnológicas e à beleza de sua madeira; é utilizado na indústria moveleira, na construção naval e em sofisticadas construções de interiores (ALBUQUERQUE et al.,2011).

Figura 41 – Modelo 24 confeccionado em Mogno.



Fonte: do autor.

▪ Compensado

De acordo com Cancela (2014) o compensado pode ser considerado como o primeiro tipo de madeira fabricada, tendo registros da fabricação e do uso de placas de compensado já na década de 1860, na França e Estados Unidos.

Sendo fabricado a partir do empilhamento de finas folhas de madeira, como uma espécie de sanduíche, cada folha é colada sobre as outras em sentidos opostos o que faz com que a placa de compensado ganhe uma maior resistência em todas as direções.

O compensado oferece grande resistência estrutural, é leve e resistente ao empenamento e ao uso de parafusos, suporta maior peso, resistente a dobras, resistente a umidade e fornece estabilidade dimensional (CANCELA, 2014).

Figura 42– Modelo 25 confeccionado em Compensado.



Fonte: do autor.

▪ Eucalipto

Segundo Pereira et al. (2000) as madeiras de eucalipto tem sido utilizadas para diversas finalidades, “além dos usos tradicionais, como lenha, estacas, moirões, dormentes, carvão vegetal, celulose e papel, chapas de fibras e de partículas, há uma forte tendência em utilizá-la, também, para usos mais nobres, como fabricação de casas, móveis e estruturas, especialmente nas regiões Sudeste e Sul, carentes de florestas naturais”.

“O gênero *Eucalyptus* compreende um grande número de espécies, com madeiras de características físico-mecânicas e estéticas bastante diferenciadas, o que permite a substituição de várias espécies latifoliadas nativas. No entanto, poucas espécies têm sido plantadas em escala comercial” (PEREIRA et al., 2000).

Figura 43– Modelo 26 confeccionado em Eucalipto.



Fonte: do autor.

▪ **Bambu**

Para Lefteri (2017) o bambu é um dos materiais mais leves encontrados na natureza, é uma das plantas com maior índice de crescimento, podendo crescer até um metro por dia, sendo o bambu um material flexível, leve, forte e extremamente elástico.

Já Ashby e Johnson classificam o bambu com um excelente desempenho força / peso o bambu é usado na construção civil, como andaimes, estruturas telhados e assoalhos, é utilizado também na confecção de cestas, baldes, tubos, bengalas, varas de pescar e móveis.

Figura 44– Modelo 27 confeccionado em Bambu.



Fonte: do autor.

3.2 Protocolo

Por envolver procedimentos experimentais com seres humanos, este estudo foi submetido e aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Unesp – Bauru, com número de registro CAAE: 03659118.0.0000.5663 (APÊNDICE 01).

Foi utilizado para a coleta de dados um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (APÊNDICE 02), deixando claro os objetivos do estudo e a natureza da coleta de dados.

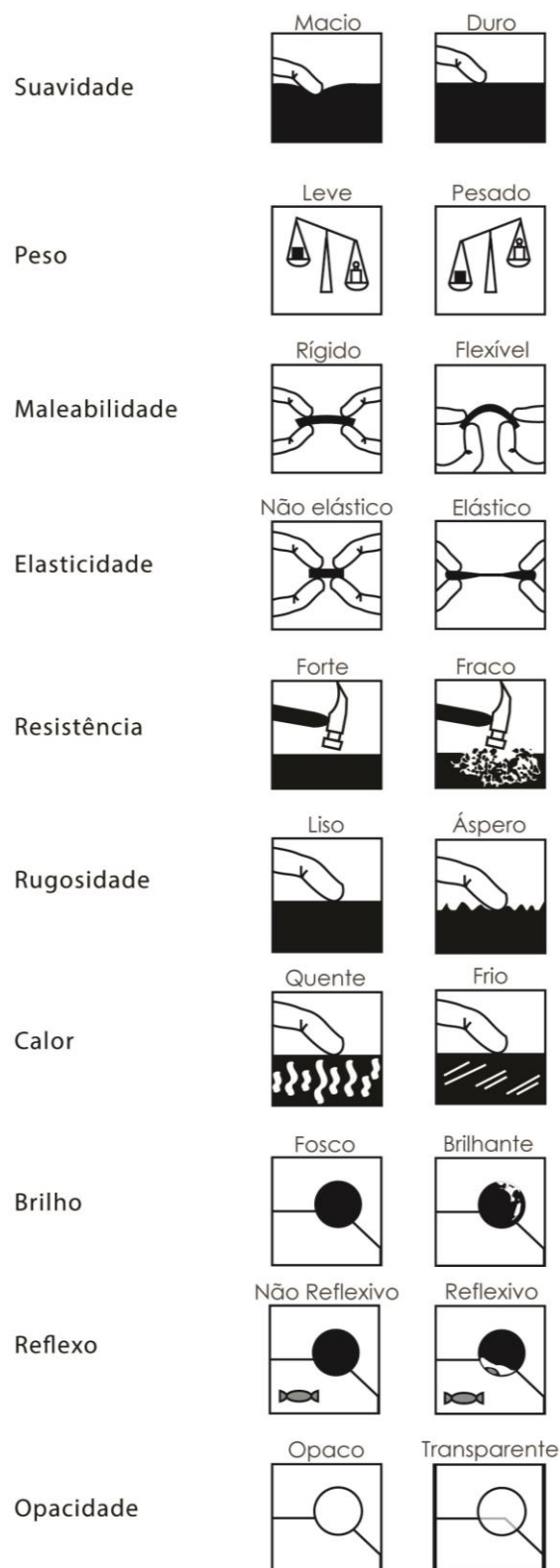
Também foi utilizado um protocolo para a avaliação dos modelos. Esse protocolo utilizou os princípios de percepção desenvolvidos por que testou e separou variáveis relacionados com produtos de diferentes materiais (APÊNDICE 03).

Assim, a fim de validar o protocolo a ser utilizado realizou-se pré-teste com apenas 6 (seis) modelos, confeccionados em: Resina Poliester com e sem Carga, Resina Poliuretano, Resina Epoxi, Gesso e Silicone. Este pré-teste permitiu verificar a confiabilidade dos pares de propriedades utilizados nas avaliações para a escala sensorial a ser utilizada por meio do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclass.

Assim sendo, destaca-se que, tendo como base Karana (2015), este estudo avaliou 10 (dez) propriedades de materiais: Suavidade (Macio/ Duro), Peso (Leve/Pesado), Maleabilidade (Rígido/Flexível), Elasticidade (Não Elástico/Elástico), Resistência (Forte/Fraco), Rugosidade (Liso/Ápero), Calor (Quente/Frio), Brilho (Fosco/Brilhante), Reflexo (Não Reflexivo/Reflexivo), Opacidade (Opaco/Transparente).

Dessa forma, o protocolo para a avaliação dos modelos apresentava as propriedade, imagens ilustrativas (figura 45) e uma escala de percepção de 5 âncoras, com as extremas quantificadas em 2 (dois), os pontos intermediários quantificados em 1 (um) e o tendo ponto médio igual a 0 (zero), conforme exemplo da figura 46.

Figura 45 – Ilustrações das propriedades apresentadas no protocolo de avaliação de percepção dos modelos.



Fonte: do autor, com base em KARANA (2015).

Figura 46 – Exemplo de propriedade apresentada no protocolo de avaliação de percepção dos modelos.

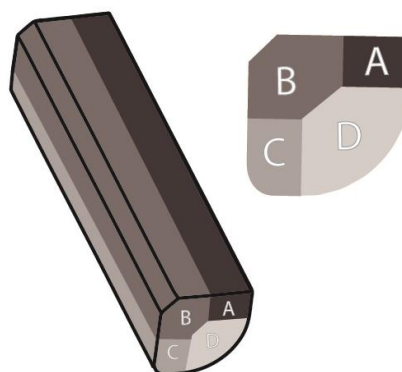


Fonte: do autor, com base em KARANA (2015).

Após avaliarem cada uma das propriedades em relação aos materiais apresentados, no final de cada protocolo o participante era indagado quanto ao desconforto causado pelo material avaliado.

Os modelos confeccionados possuem quatro cantos diferentes, sendo o canto A com aresta “viva” em 90 graus, o canto B com chanfro, o canto C arredondado e o canto D, que é na verdade uma superfície arredondada. Assim os participantes foram levados a analisar e manipular o modelo e avaliar o desconforto percebido em cada canto com auxílio de uma imagem (figura 47) e uma escala de desconforto com 5 âncoras, sendo: 1 ‘algum desconforto’, 2 ‘pouco desconforto’, 3 ‘médio desconforto’, 4 ‘muito desconforto’ e 5 ‘extremo desconforto’.

Figura 47 – Forma dos corpos de prova com seus diferentes cantos para avaliação do desconforto em relação a manipulação dos modelos.



Fonte: do autor

Os protocolos foram numerados de acordo com cada modelo e foram apresentados aos sujeitos de forma randomizada.

3.3 Sujeitos

Participaram do estudo 30 sujeitos (com base nos estudos de Karana, 2015), sendo 15 do gênero feminino e 15 do gênero masculino com média de idade de 23,4 anos (desvio padrão 2,094), todos estudantes de nível superior do curso de Design de diferentes instituições.

3.4 Coleta de dados

As abordagens deste estudo aconteceram nas instituições de ensino frequentada pelos estudantes de diferentes períodos do curso de Design. As coletas foram feitas individualmente e em ambientes onde não tivessem a influência de outras pessoas

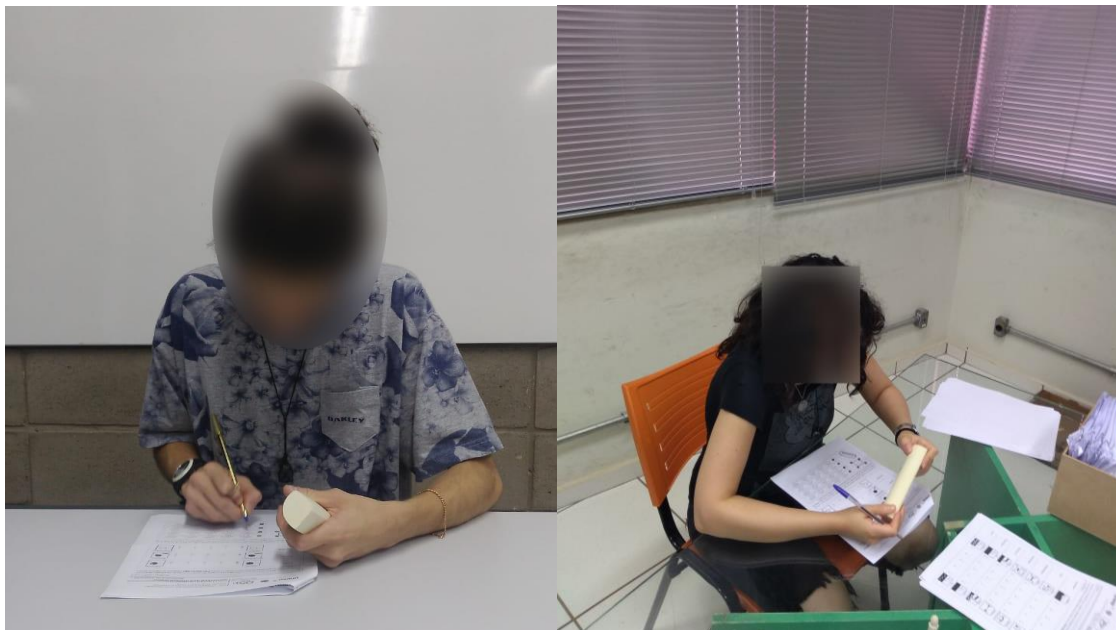
Inicialmente os participantes foram convidados a ler e assinar o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), em seguida o procedimento era explicado de forma simples e clara. Nessa etapa o participante podia esclarecer todas as dúvidas em relação ao procedimento.

Assim, eram entregues aos sujeitos os protocolos com as escalas sensoriais das propriedades (Suavidade, Peso, Maleabilidade, Elasticidade, Resistência, Rugosidade, Temperatura, Superfície Opacidade) com a ordem dos modelos já randomizados, conforme tabela ordenada a partir de sorteio aleatório (APÊNDICE 04).

Assim cada um dos modelos foi apresentado e os participantes respondiam as escalas sensoriais contidas nos protocolos, e no final de cada protocolo os

participantes davam a sua opinião a respeito do modelo avaliado, utilizando uma escala de desconforto (figura 48).

Figura 48 – Avaliação dos modelos com os sujeitos.



Fonte: do autor.

4. Análise dos dados

Para a análise dos dados obtidos foi feita análise estatística. Os dados foram organizados e tabulados em planilhas eletrônicas no Microsoft Excel® e agrupados de acordo com as variáveis sensoriais a serem estudadas (Suavidade, Peso, Maleabilidade, Elasticidade, Resistência, Rugosidade, Temperatura, Superfície Opacidade). Além dos critérios físicos observados nos modelos avaliando a percepção de desconforto.

Com o uso do mesmo software aplicou-se cálculos de estatística descritiva para obtenção de Média, Desvio padrão, Gráficos.

Posteriormente os dados foram levados ao software Statistica®, onde foram submetidos a verificação da diferença significativa. Inicialmente verificou-se o pressuposto de normalidade através do teste Shapiro-Wilks e em seguida verificação do teste de normalidade, segundo teste de Levene. Assim, não atendendo aos pressupostos de normalidade e homogeneidade para cada um dos conjuntos de dados analisados, utilizou-se teste estatístico não paramétrico para amostras dependentes (Wilcoxon) para verificar a existência ou não de diferenças significativas entre as amostras ($p \leq 0,05$).

5. Resultados e Discussões

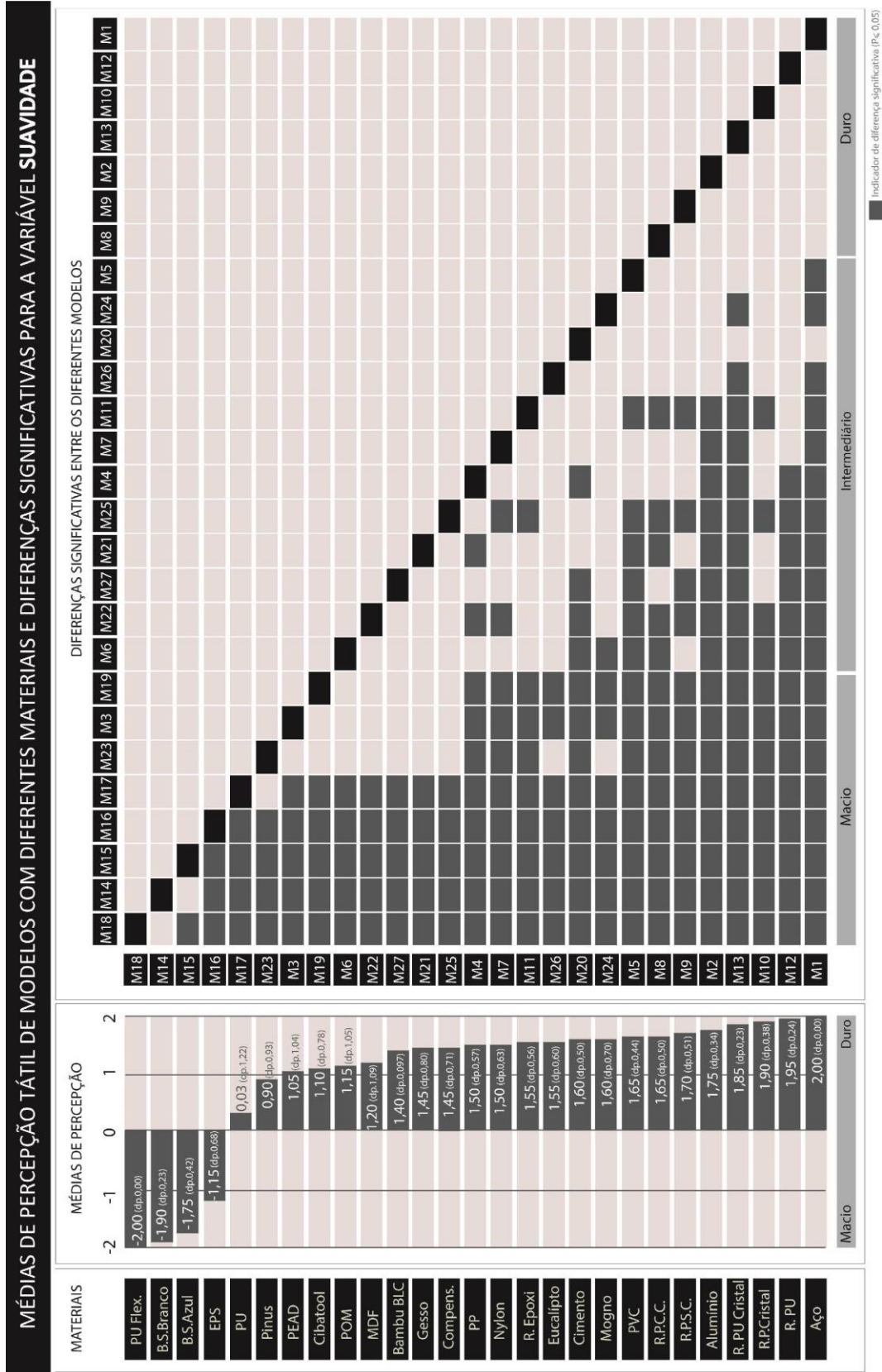
Os 27 (vinte e sete) modelos avaliados foram analisados a partir de cada uma das propriedades com os pares de variáveis sensoriais (Suavidade, Peso, Maleabilidade, Elasticidade, Resistência, Rugosidade, Temperatura, Superfície Opacidade), que foram comparadas entre si. Os dados e resultados obtidos foram apresentados em tabelas e gráficos, apresentando as médias, desvio padrão e diferenças significativas. Os dados obtidos no estudo permitem notar diferenças representativas na avaliação de cada uma das variáveis, o que demonstra a sensibilidade do método proposto.

5.1 Suavidade

Na propriedade ‘Suavidade’, os participantes foram questionados quanto a relação ‘Macio – Duro’ e os resultados obtidos foram consistentes. Nessa variável destaca-se a formação de três grupos sendo eles: grupo dos **‘Modelos Macios’**, **‘Modelos Intermediários’** e os **‘Modelos Duros’** (Figura 49, na página seguinte).

No grupo dos **‘Modelos Macios’** encontra-se os **modelos 18, 14, 15, 16, 23, 03 e 19**, respectivamente apresentados na Figura 50. Sendo que os **modelos 18** (Espuma de Poliuretano flexível), **14** (Borracha de silicone branco), **15** (Borracha de Silicone azul), **16** (Espuma de Poliestireno expandida), **17** (Espuma de Poliuretano rígida), **23** (madeira Pinus), **03** (PEAD- Polietileno de alta densidade) e **19** (Cibatoool), foram considerados macios em relação aos demais materiais (Figura 50).

Figura 49 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Suavidade.



Fonte: do autor.

Figura 50 – Modelos considerados macios.



Fonte: do autor.

Assim em relação as variáveis ‘Macio – Duro’, destacaram-se como sendo os materiais mais macios os **Modelos 18, 14, 15 e 16** que apresentaram diferenças significativas em relação a todos os demais modelos, mas não apresentaram diferenças entre si.

Detalhe esse que vai de encontro com as propriedades desses materiais, uma vez que tanto a espuma de poliuretano flexível (**18**), as borrachas de silicone (**14 e 15**) e a espuma de poliestireno expandida (**16**) – comercialmente conhecida como Isopor® - apresentam como principal características de suas propriedades físicas a maciez. Em relação ao **Modelo 18**, os resultados mostram que em relação aos outros materiais a percepção foi unânime, ou seja, todos os sujeitos atribuíram ‘-2’ para esta variável com relação a este modelo. Este resultado é coerente, uma vez que o **Modelo 18** é confeccionado em espuma flexível de poliuretano, material esse que segundo Lefteri (2017) é utilizado em acolchoados de mobiliários, colchões de cama, solados de tênis, saltos de sapatos, rodízios para móveis, molas e absorvedores de impactos.

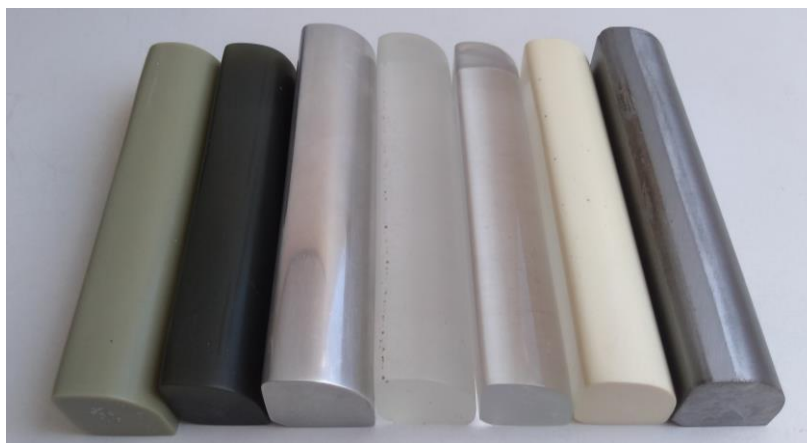
Ainda na variável ‘suavidade’ em relação aos **Modelos 17, 23, 03 e 19**, que também estão classificados no grupo dos materiais macios, nota-se a característica de leveza entre esses materiais, que pode ter influenciado na percepção de maciez,

uma vez que entre esses materiais estão duas espumas a de Poliuretano rígida e o Cibatool, a madeira Pinus e o termoplástico Polietileno de alta densidade.

Já no grupo dos '**Modelos Intermediários**', ou seja, não foram considerados nem macios nem duros estão os **Modelos 6, 22, 27, 21, 25, 04, 07, 11, 26, 20, 24, 05**, modelos esses confeccionados respectivamente em POM – Poliacetal, MDF, Bambu, Gesso, Compensado, PP – Polipropileno, Poliamida (Nylon®), Resina Epoxi, Eucalipto, Cimento, Mogno, PVC. Dentro desse grupo observa-se que a grande apresenta um toque acetinado, ou seja, uma superfície não lisa.

Ainda quanto a propriedade 'Suavidade' os modelos considerados '**Duros**' foram os **Modelos 08, 09, 02, 13, 10, 12, 01**, confeccionados respectivamente em Resina de Poliéster com carga, Resina de Poliéster sem carga, Alumínio, Resina de Poliuretano cristal, Resina Poliéster cristal, Resina de Poliuretano, Aço (apresentados na figura 51).

Figura 51 – Modelos considerados duros.



Fonte: do autor.

Dentre os modelos notou-se o fato que todos apresentam superfície polida e peso elevado. Outro ponto é que tanto os metais (**02, 01**) quanto os termofixos (**modelos 08, 09, 13, 10 12**) estão nesse grupo, o que é coerente com os resultados de classificação de dureza, o que vai de encontro com a literatura, pois segundo Ramos et al. (2017) e Lefteri (2017) ambas as classes de materiais possuem a dureza como principal característica.

5.2 Peso

Para validação das médias de percepção da propriedade ‘Peso’ foram os modelos foram pesados um a um em uma balança de precisão, a fim de se estabelecer uma análise comparativa em relação aos diferentes tipos de materiais, conforme tabela apresentada na figura 52.

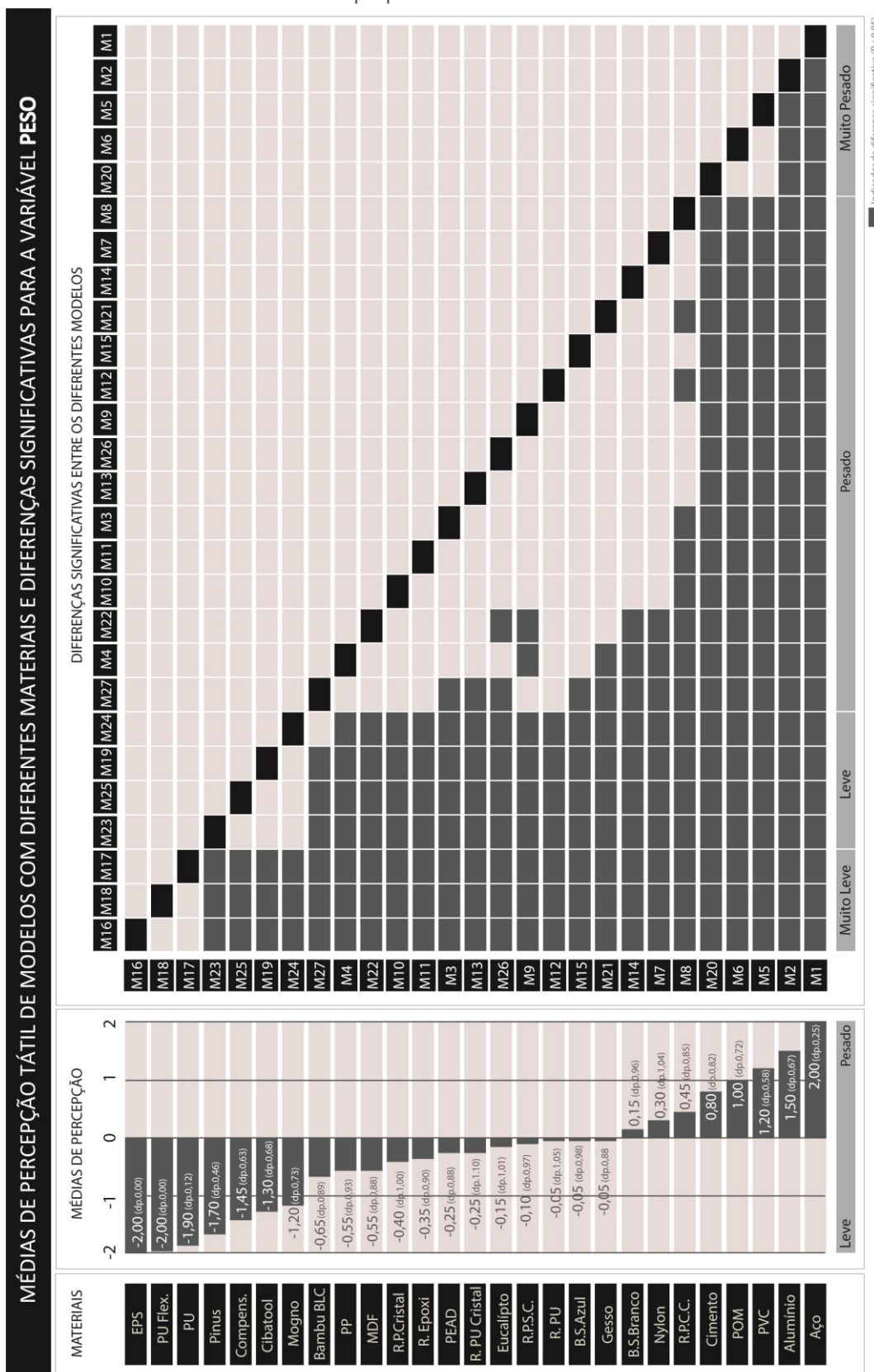
Figura 52 – Tabela com os pesos dos modelos desenvolvidos.

MATERIAL		PESO
M1	Aço	924 g
M2	Alumínio	327 g
M3	PEAD	120 g
M4	PP	112 g
M5	PVC	182 g
M6	POM	180 g
M7	PA	135 g
M8	R.P.C.C.	130 g
M9	R.P.S.C.	109 g
M10	R.P.Cristal	117 g
M11	R. Epoxi	114 g
M12	R. PU	112 g
M13	R. PU Cristal	122 g
M14	B.S.Branco	155 g
M15	B.S.Azul	156 g
M16	EPS	0 g
M17	PU	13 g
M18	PU Flex.	7 g
M19	Cibatoool	57 g
M20	Cimento	180 g
M21	Gesso	116 g
M22	MDF	87 g
M23	Pinus	53 g
M24	Mogno	62 g
M25	Compens.	63 g
M26	Eucalípto	109g
M27	Bambu BLC	85g

Fonte: do autor.

Na análise estatística da propriedade ‘Peso’, os participantes foram questionados entre a relação ‘Leve – Pesado’. Os resultados obtidos foram consistentes, pois essa variável destacou-se pela formação de 4 grupos sendo eles: ‘Muito leves’, ‘Leves’, ‘Pesados’ e ‘Muito pesados’ (Figura 53, na página seguinte).

Figura 53 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Peso.



Fonte: do autor.

No grupo dos modelos '**Muito leves**' encontram-se os **Modelos 16, 18, 17**. Sendo que os três modelos desse grupo (Figura 54). – **Modelos 16** (Espuma de Poliestireno Expandida), **18** (Espuma de Poliuretano Flexível) e **17** (espuma de Poliuretano rígida) – foram considerados muito leves em relação aos demais materiais

Figura 54 – Modelos considerados muito leves.



Fonte: do autor.

Em relação a variável '**Peso**', destacaram-se como sendo os materiais mais leves os **Modelos 16, 18 e 17** que apresentaram diferenças significativas em relação a todos os demais modelos, mas não apresentaram diferenças entre si. Ou seja, os testes foram sensíveis para demonstrar a diferença entre os **Modelos 16, 18 e 17** considerados significativamente '**Leves**' em relação aos demais, detalhe esse que vai de encontro com as propriedades destes materiais, uma vez que tanto a espuma de Poliestireno expandida (**16**) – comercialmente conhecida como Isopor® - a espuma de poliuretano flexível (**18**) e a espuma de Poliuretano rígida (**17**) apresentam como principal características de suas propriedades físicas a Leveza. Em relação ao **Modelo 16 e 18**, os resultados mostram que em relação aos outros materiais a percepção quanto ao peso foi unanime. Este resultado é coerente, e corroborado por Lefteri (2017) e Ramos et al. (2017), segundo os quais o material do **Modelo 16**, a espuma de Poliestireno expandido - isopor®, tem como principal característica o fato de serem classificados como Leve.

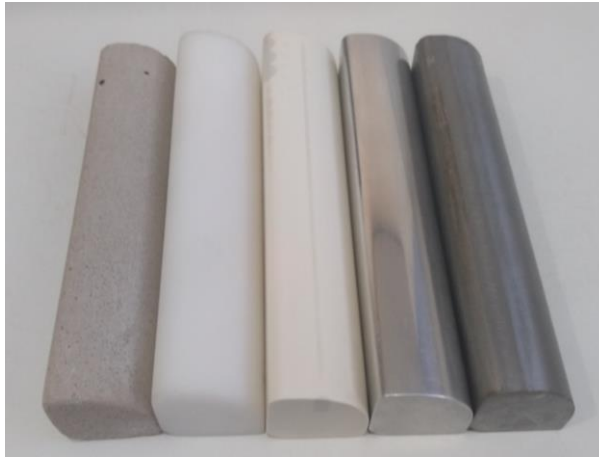
Já os **Modelos 23, 25, 19 e 24** que formam o segundo grupo foram considerados '**Leves**', e são confeccionados em sua maioria em madeira e espumas, sendo eles: **23** (Pinus), **25** (Compensado), **19** (Cibatool) e **24** (Mogno). Resultado também traz coerência com o estudo pois tanto a espuma quanto as respectivas madeiras apresentam a leveza como principal característica, diferença essa em relação ao demais materiais que fica demonstrada ao analisarmos a tabela de pesos (Figura 52).

Já o terceiro grupo é formado por materiais considerados '**Pesados**' e é composto pelos **Modelos 27, 04, 22, 10, 11, 03, 13, 26, 09, 12, 15, 21, 14, 07, 08**. Grupo esse que é formado por madeiras consideradas mais densas como Eucalipto (**26**), o MDF (**22**) e o Bambu Laminado colado (**27**) , que em relação as madeiras do segundo grupo, são as que apresentam maior peso, o que foi percebido no estudo, pois ao se consultar a tabela de pesos (figura 52) é possível notar essa diferença entre as madeiras.

Dentro deste terceiro grupo de materiais '**Pesados**' estão também todos os termofixos Resina Poliéster com e sem carga (**08 e 09**), Resina Poliéster cristal (**10**), Resina Epóxi (**11**), Resina de Poliuretano (**12**) e resina de Poliuretano Cristal (**13**), bem como todos os elastômeros, Borracha de silicone Branca e Azul (**14 e 15**).

Já o quarto grupo são os materiais considerados '**Muito pesados**' sendo compostos pelos **Modelos 20** (Cimento), **06** (POM - Poliacetal), **05** (PVC), **02** (Alumínio) e o **01** (Aço), respectivamente apresentados na Figura 55.

Figura 55 – Modelos considerados muito pesados.



Fonte: do autor.

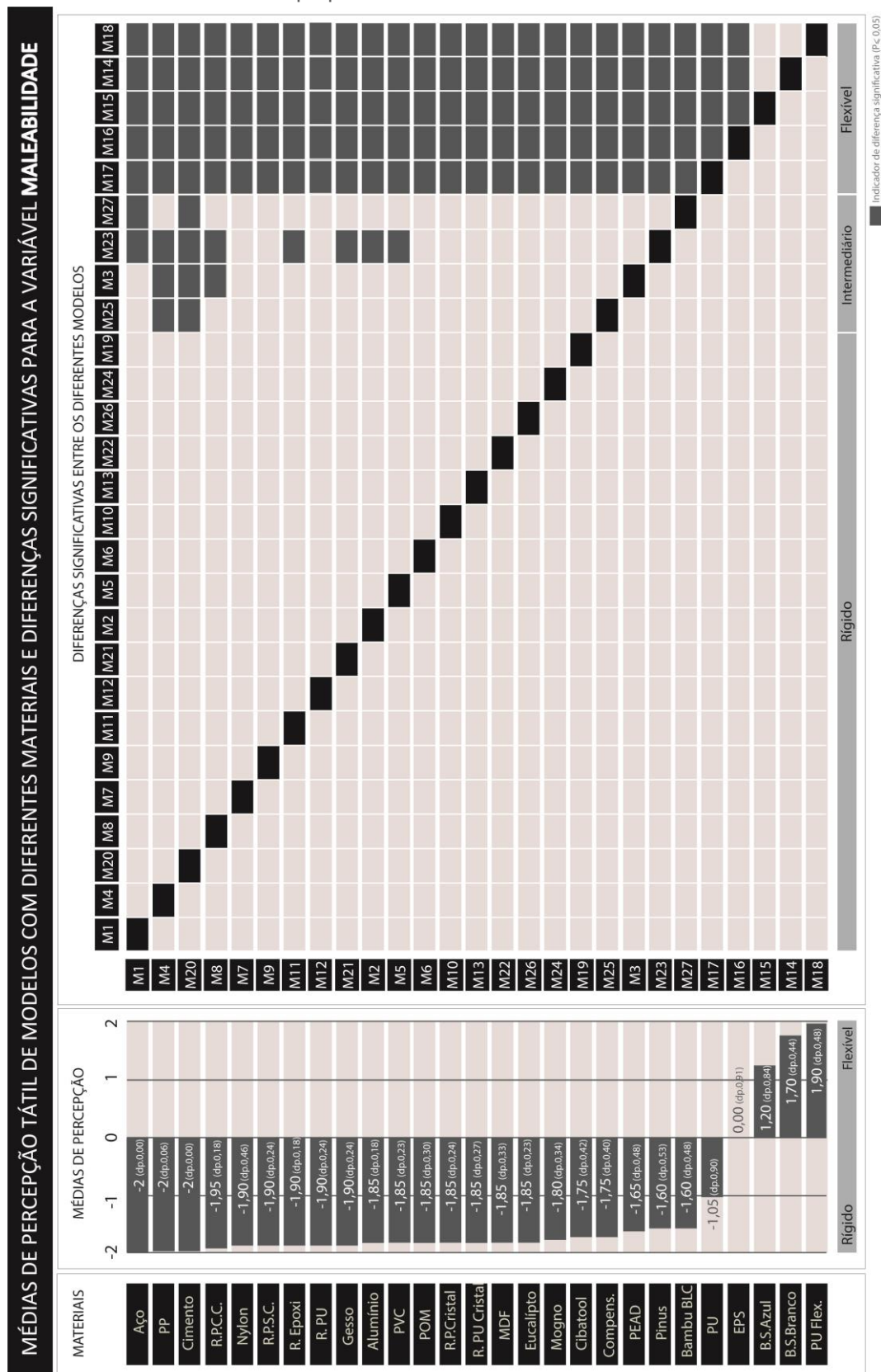
Dentre esse grupo destaca-se os metais Aço (01) e Alumínio (02) que, além de apresentarem diferenças significativas em relação a todos os outros materiais também apresentam diferenças entre si, o que faz todo sentido pois, ao analisar isoladamente os dois tipos de metais, vê-se que o aço é muito mais pesado que o alumínio. Esta observação pode ser corroborada por Ramos et al. (2017) ao relatar que a densidade do aço pode ser até 3 vezes a densidade do alumínio, informação essa que vai de encontro ao analisarmos a tabela de pesos (figura 52).

5.3 Maleabilidade

Na propriedade 'Maleabilidade', os participantes foram questionados com relação as variáveis 'Rígido – Flexível', e os resultados obtidos foram consistentes, nessa variável também. Vindo a ocorrer a formação de três grupos, sendo eles: grupo dos 'Modelos Rígidos', 'Modelos Intermediários' e os 'Modelos Flexíveis' (Figura 56, na página seguinte).

O primeiro grupo, considerado materiais '**Flexíveis**' é formado pelos seguintes Modelos 18, 14, 15, 16, e 17. Sendo estes modelos confeccionados nos seguintes materiais: 18 (Espuma de Poliuretano flexível), 14 (Borracha de silicone branco), 15 (borracha de Silicone azul), 16 (Espuma de Poliestireno expandida), 17 (espuma de Poliuretano rígida), respectivamente apresentados na Figura 57.

Figura 56 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Maleabilidade.



Fonte: do autor.

Figura 57 – Modelos considerados flexíveis.



Fonte: do autor.

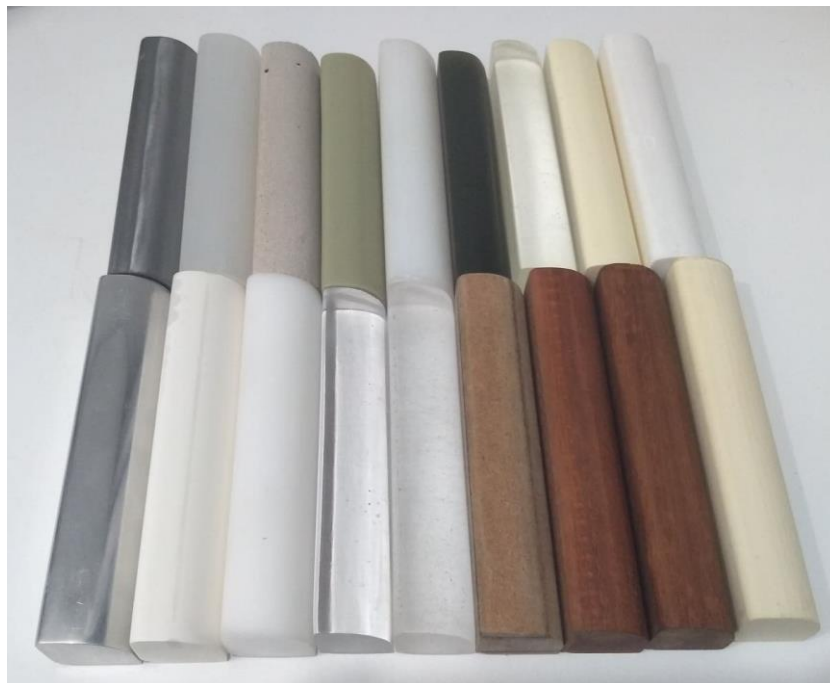
Em relação a variável 'Maleabilidade', destacaram-se como sendo os materiais mais '**Flexíveis**' os Modelos **18, 14, 15 e 16** que apresentaram diferenças significativas em relação a todos os demais modelos, mas não apresentaram diferenças entre si. Ou seja, os **Modelos 18, 14, 15 e 16** foram considerados significativamente flexíveis em relação aos demais, detalhe esse que vai de encontro com as propriedades desses materiais, uma vez que tanto a espuma de poliuretano flexível (**18**), quanto as borrachas de silicone (**14 e 15**) apresentam como principal características de suas propriedades físicas a flexibilidade, característica essa que é destaca por Lefteri (2017) ao se referir ao silicone e a espuma de poliuretano como material com excelente flexibilidade e alta durabilidade a flexão.

Já em relação ao segundo grupo considerados '**Intermediários**' não tiveram muitas diferenças significativas, sendo esse grupo formado pelos **Modelos 25** (Compensado), **03** (PEAD – Polietileno de alta densidade), **23** (Pinus), **27** (BLC – Bambu laminado colado), detalhe para esse grupo é que ele é composto na sua maioria pelas madeiras e um termoplástico, que apresentam em suas características alguma flexibilidade.

Já o terceiro grupo considerado '**Materiais rígidos**' é composto pelos **Modelos 01, 04, 20, 08, 07, 09, 11, 12, 21, 02, 05, 06, 10, 13, 22, 26, 24, 19**, respectivamente apresentados na Figura 58, de cima para baixo. Sendo esse grupo composto pelos

metais Alumínio (02) e Aço (01). Sendo o aço considerado o material mais rígido, característica essa que é corroborada por Lefteri (2017) (Figura 58).

Figura 58– Modelos considerados rígidos.



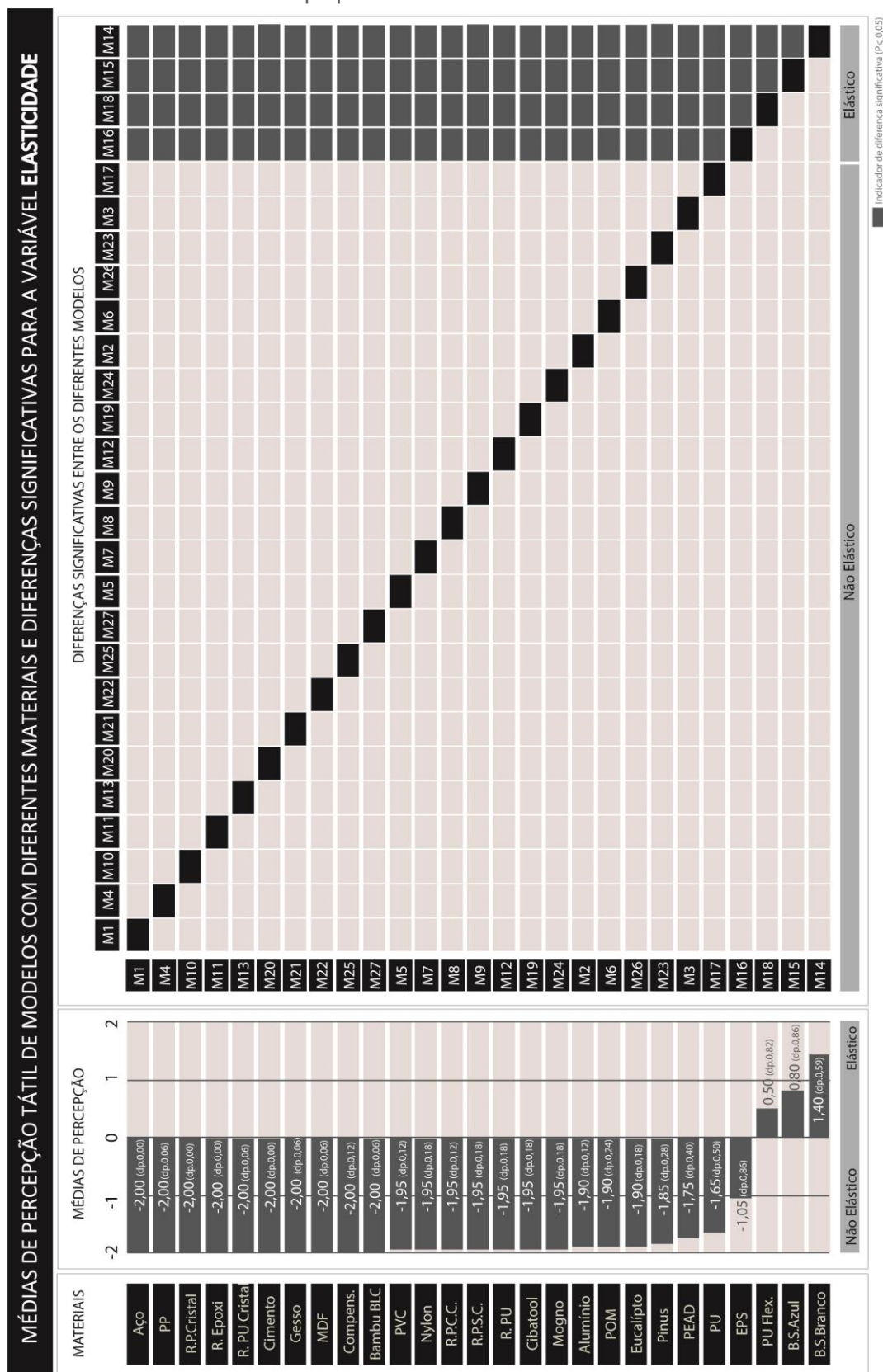
Fonte: do autor.

Já os termofixos aparecem em sua totalidade dentro do terceiro grupo considerado '**Rígido**', sendo Resina Poliéster com e sem carga (08 e 09), Resina Poliéster Cristal (10), Resina Epóxi, Resina de Poliuretano (12) e Resina de poliuretano Cristal (13), propriedade corroborada por Ramos et al. (2017) para esta grupo de materiais.

5.4 Elasticidade

Em relação a propriedade '**Elasticidade**', os participantes foram questionados quanto as variáveis '**Não Elástico – Elástico**', e os resultados obtidos foram consistentes. Nessa variável destacam-se a formação de 2 grupos, sendo eles: grupo dos modelos '**Não elásticos**' e o grupo dos modelos '**Elásticos**' (Figura 59, na página seguinte).

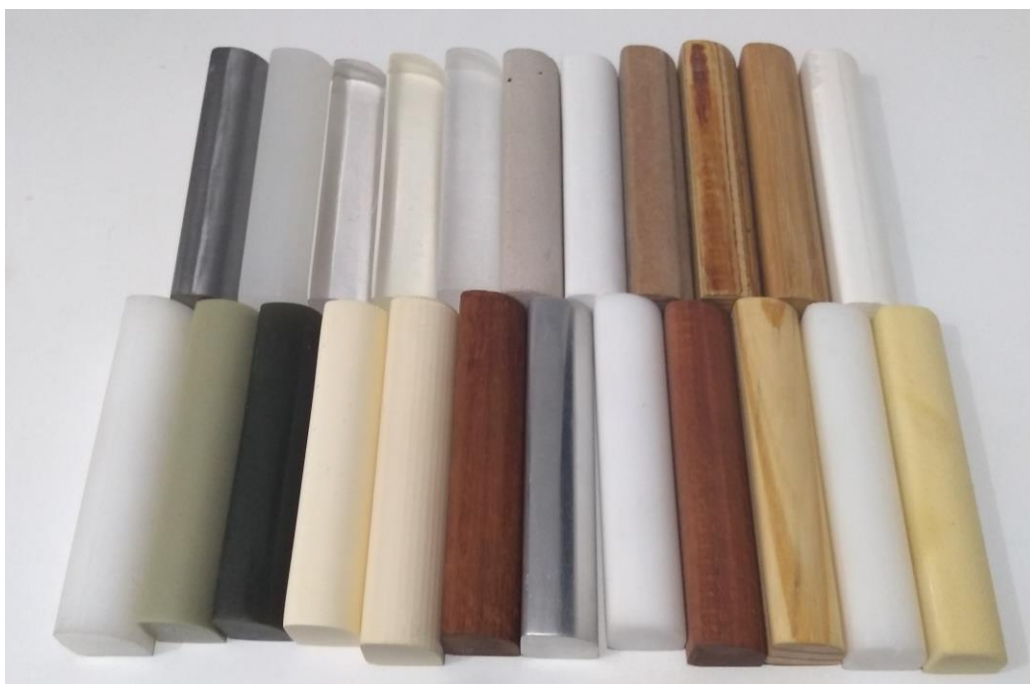
Figura 59 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Elasticidade.



Fonte: do autor.

O grupo dos materiais considerados '**Não elásticos**' não apresentaram diferenças significativas entre si e é composto pelos **Modelos 01, 04, 10, 11, 13, 20, 21, 22, 25, 27, 05, 07, 08, 09, 12, 19, 24, 02, 06, 26, 23, 03 e 17**, conforme mostrado na Figura 60, respectivamente de cima para baixo.

Figura 60 – Modelos considerados não elásticos.



Fonte: do autor.

Sendo esse grupo composto pelos metais Alumínio (**02**) e Aço (**01**), no qual o aço é considerado o material mais não elástico, segundo Lefteri (2017).

Já os termofixos aparecem em sua totalidade dentro desse grupo considerado não elásticos a Resina Poliéster com e sem carga (**08 e 09**), Resina Poliéster Cristal (**10**), Resina Epóxi (**11**), Resina de Poliuretano (**12**) e Resina de poliuretano Cristal (**13**), materiais esse que não apresentam elasticidade como uma de suas características.

Outros materiais que apresentam total falta de elasticidade são os materiais cerâmicos (**20 e 21**) Cimento e Gesso. E os termoplásticos que estão neste grupo nesse grupo om exceção do Modelo **03**.

Já os resultados em relação a 'maleabilidade' referentes aos modelos 'Elásticos' foram apresentados e caracterizados pelos seguintes **Modelos 18, 14, 15, 16**.

Sendo que os **Modelos 18** (Espuma de Poliuretano flexível), **14** (Borracha de silicone branco), **15** (borracha de Silicone azul), **16** (Espuma de Poliestireno expandida) foram considerados elásticos em relação aos demais materiais (Figura 61).

Figura 61 – Modelos considerados elásticos.



Fonte: do autor.

Em relação a variável 'Maleabilidade', os **Modelos 18, 14, 15 e 16** que apresentaram diferenças significativas em relação a todos os demais modelos, mas não apresentaram diferenças entre si, ou seja, estes modelos foram considerados significativamente elásticos em relação aos demais. Propriedade essa que vai de encontro com as propriedades desses materiais, uma vez que tanto a espuma de poliuretano flexível (**18**), as borrachas de silicone (**14 e 15**) e a espuma de Poliestireno expandida - Isopor® (**16**) apresentam como principal características a capacidade de sofrer deformações reversíveis. Este resultado é coerente, uma vez que o **Modelo 14 e 15** confeccionados em borracha de silicone são, segundo Ramos

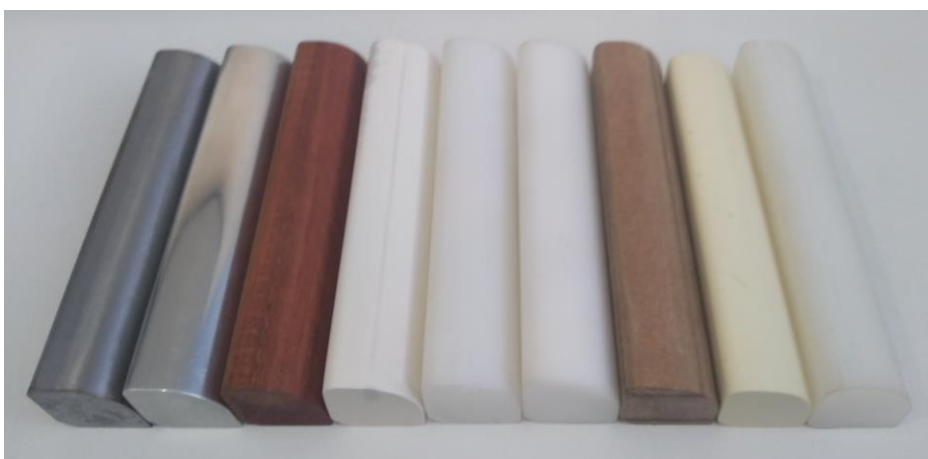
et al. (2017) materiais que se caracterizam pela sua elasticidade, podendo ser alongados sem sofrer qualquer dano.

5.5 Resistência

Para avaliação da propriedade 'Resistência' os participantes foram questionados quanto a relação 'Forte – Fraco' e os resultados obtidos apresentaram consistência. Sendo que nessa variável destaca-se a formação de três grupos, sendo eles: grupo dos '**Modelos fortes**', '**Modelos intermediários**' e os '**Modelos fracos**' (Figura 62 Figura 62, na página seguinte).

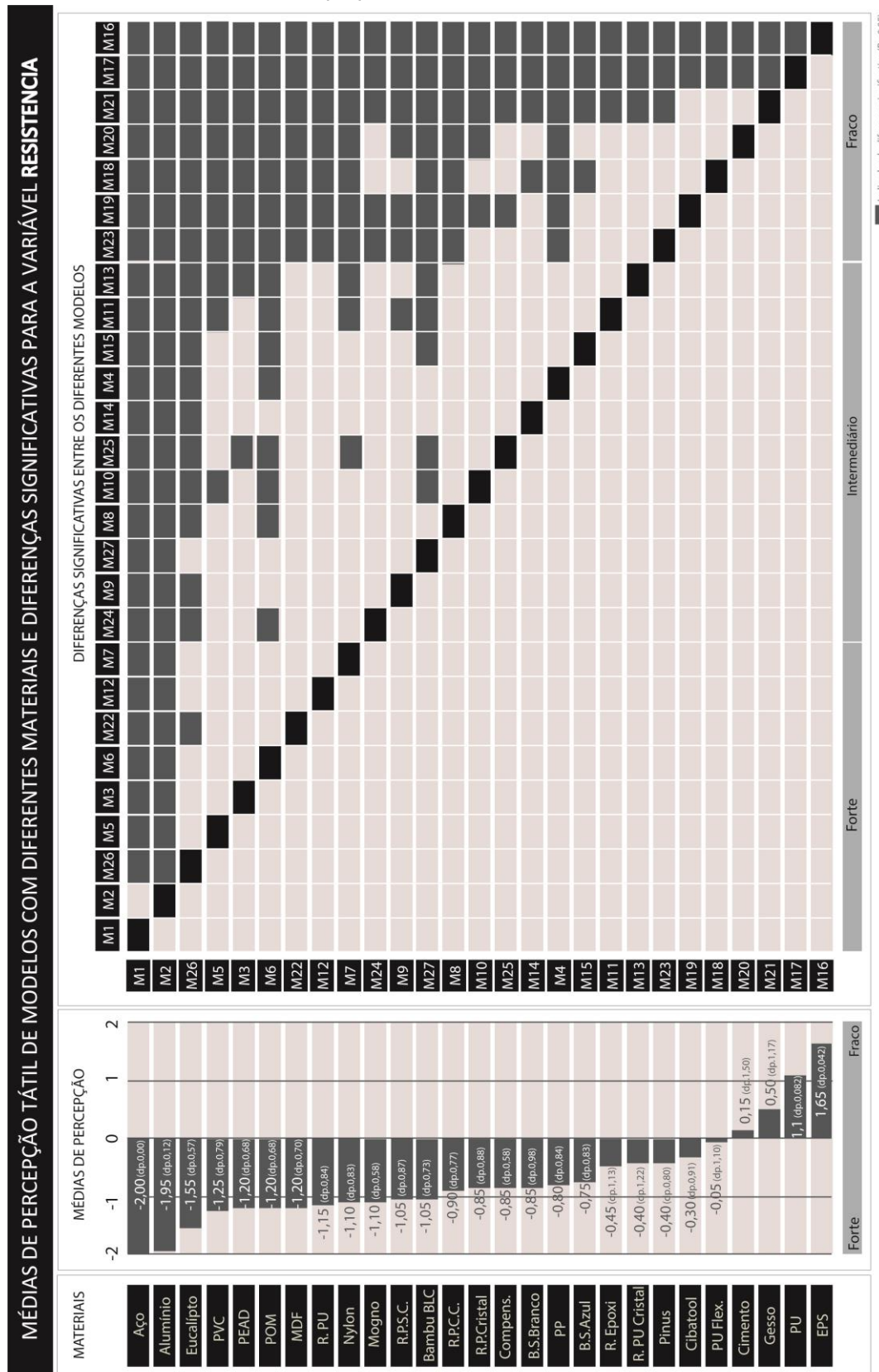
O primeiro grupo dos modelos considerados '**Fortes**' é formado pelos seguintes **Modelos 01, 02, 26, 05, 03, 06, 22, 12, 07** Sendo que os modelos são confeccionados em **01 (Aço), 02 (Alumínio), 26 (Eucalipto), 05 (PVC), 03 (PEAD- Polietileno de alta densidade) 06 (POM - Poliacetal), 22 (MDF), 12 (Resina de poliuretano) e 07 (Poliamida - Nylon®)** e foram considerados Fortes em relação aos demais materiais (respectivamente na Figura 63).

Figura 63 – Modelos considerados fortes.



Fonte: do autor.

Figura 62 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Resistência.



Fonte: do autor.

Em relação a propriedade 'Resistencia', destacaram-se como sendo os materiais mais '**Fortes**' os **Modelos 01 e 02**, que apresentaram diferenças significativas em relação a todos os demais modelos, mas não apresentaram diferenças entre si. Ou seja, os testes foram sensíveis para demonstrar a diferença entre os **Modelos 01 e 02** em relação aos demais, o que faz sentido já que tanto o aço quanto o alumínio são da classe dos metais e apresentam como principal características de suas propriedades físicas a força. E, segundo Lefteri (2017), o aço apresenta como principal aspecto a força, enquanto o alumínio tem uma excelente relação força/peso, sendo esses dois materiais muito utilizados em estruturas de construções em geral.

Ainda nesse primeiro grupo é possível notar a presença também das madeiras Eucalipto (26) e MDF (22) que foram consideradas madeiras mais '**Fortes**', mas não apresentaram diferenças significativas entre elas.

Outro aspecto notado nesse grupo é a presença da maioria dos termoplásticos, exceto o PP – Polipropileno (04), o que demonstra que termoplásticos como Polietileno de alta densidade (03), PVC (05), Poliacetal (06), Poliamida (07) foram percebidos também como materiais '**Fortes**'.

Já o segundo grupo dos materiais considerados '**Intermediários**' é formado pelos **Modelos 24, 09, 27, 08, 10, 25, 14, 04, 15, 11, 13**, grupo esse que apresenta a predominância da maioria dos termofixos – Resina poliéster com e sem carga (08 e 09), Resina poliéster cristal (10), Resina Epóxi (11), Resina poliuretano cristal (13) e dos elastômeros borracha de silicone branco e azul (14 e 15). Com destaque para o que diz Ashby e Johnson (2011) que afirmam que os silicões são materiais de alto desempenho, podendo apresentar alta ou baixa resistência dependendo do uso. Enquanto aos termofixos Ramos et al. (2017) diz que esses materiais apresentam como principal característica a resistência, mas tem como ponto fraco uma certa fragilidade pois quando sofrem um choque mecânico podem se quebrar.

O terceiro grupo, formado pelos materiais considerados '**Fracos**' é composto pelos **Modelos 23, 19, 18, 20, 21, 17, 16**. Grupo este formado pelo Pinus (23), considerado a madeira menos resistente; e todas as espumas considerado sem resistência, ao que se pode refletir de forma positiva, uma vez que o cibatoool (19), as espumas de poliuretano rígida e flexível (17 e 18) e a espuma de poliestireno expandido - Isopor® (16), são materiais que segundo Lefteri (2017) apresentam a fragilidade como uma de suas principais características. Detalhe esse que pode ser notado na tabela de diferenciação significativa, onde tanto o modelo (17) quanto o modelo (16) se diferenciam dos demais na variável 'Resistência' (Figura 64).

Figura 64 – Modelos considerados fracos.



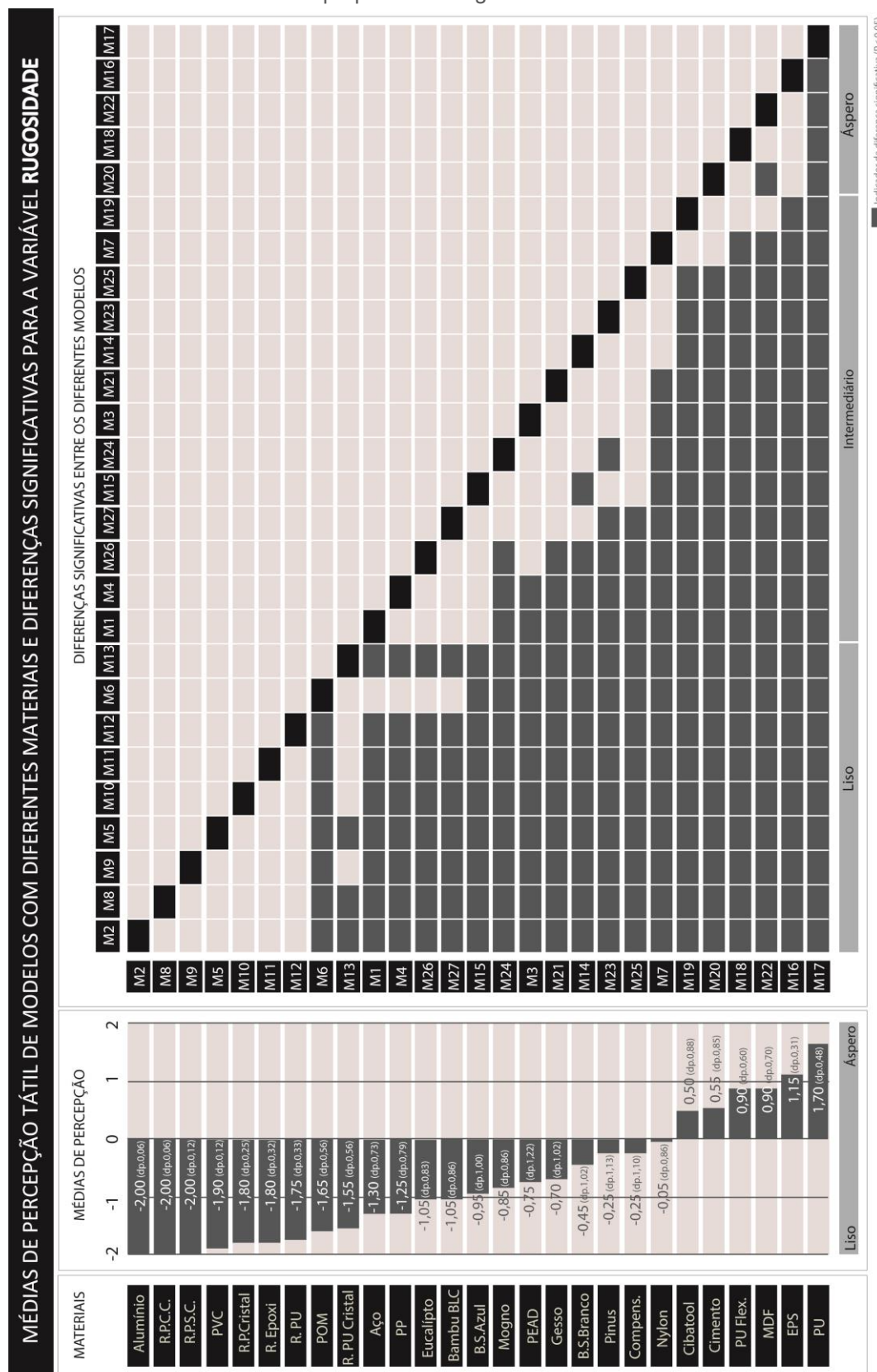
Fonte: do autor.

Além disso, dentre o grupo dos materiais considerados '**Fracos**' podemos incluir também a classe dos cerâmicos, que são representados pelo cimento (20) e o gesso (21), o que está totalmente em concordância com o afirmam Ramos et al. (2017) e Ashby e Johnson (2011) que classificam os materiais cerâmicos como frágeis.

5.6 Rugosidade

Na propriedade 'Rugosidade', os participantes foram questionados entre a relação 'Liso – 'Áspero', e os resultados obtidos foram consistentes, nessa variável destaca-se a formação de três grupos, sendo eles: grupo dos '**Modelos lisos**', '**Modelos intermediários**' e os '**Modelos ásperos**' (Figura 65, na página seguinte).

Figura 65 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Rugosidade.



Fonte: do autor.

O primeiro grupo dos modelos considerados '**Lisos**' é formado pelos seguintes **Modelos 02, 08, 09, 05, 10, 11, 12, 06 e 13**, demonstrados respectivamente na Figura 66. Sendo confeccionados em: **02** (Alumínio), **08** (Resina poliéster com carga), **09** (Resina poliéster sem carga), **05** (PVC), **10** (Resina poliéster cristal), **12** (Resina de Poliuretano), **06** (Poliacetal) e **13** (Resina de poliuretano cristal). Estes modelos foram considerados lisos em relação aos demais materiais, com diferenças significativas em relação a grande maioria dos demais modelos, mas não apresentaram diferenças entre eles. Neste contexto pode-se dizer que a médias de percepção dos participantes do estudo fazem sentido, pois vai ao encontro das propriedades desses materiais, sendo esses modelos os que apresentam os melhores acabamentos superficiais.

Figura 66 – Modelos considerados lisos.



Fonte: do autor.

Ainda nesse primeiro grupo é possível notar a presença também do alumínio (**02**) que segundo Lefteri (2017) é um dos materiais que permite um excelente polimento; também a presença de todos os termofixos, a resina de poliéster com e sem carga (**08 e 09**), resina Poliéster cristal (**10**), resina Epóxi (**11**), resina de Poliuretano (**12**) e a resina de Poliuretano cristal (**13**), todos apresentando um excelente acabamento superficial. Além do PVC (**05**) e do Poliacetal (**06**) que estão entre os termoplásticos que também permitem um excelente polimento, o que classifica esses materiais dentro dos materiais considerados lisos.

Já o segundo grupo dos materiais considerados '**Intermediário**' é formado pelos **Modelos 01, 04, 26, 27, 15, 24, 03, 21, 14, 23, 25, 07**, grupo esse que apresenta a predominância da maioria das madeiras – Eucalipto (**26**), Bambu laminado colado (**27**), Mogno (**24**), Pinus (**23**) e o Compensado (**25**). A predominância das madeiras nesse grupo se deve provavelmente ao fato de que mesmo passando por acabamentos superficiais as mesmas ainda conservam a textura natural que é uma das principais características desta classe de materiais.

Nesse grupo pode-se observar a predominância dos Elastômeros – Borracha de silicone Branca e Azul (**14 e 15**) – que apresentam uma textura mais emborrachada e acetinada, característica particular desses materiais.

Os demais termoplásticos Polipropileno (**04**), Polietileno de alta densidade (**03**), Poliamida (**07**), ficaram entre os materiais intermediários e mesmo recebendo acabamento superficial não apresentaram superfície lisa, conservando a superfície acetinada, característica desses plásticos.

O terceiro grupo, formado pelos materiais considerados Ásperos é composto pelos **Modelos 19, 18, 12, 20, 16, 17, 22**, as espumas estão todas concentradas nesse grupo dos materiais ásperos, o que faz todo sentido pois, o Cibatool (**19**), Espuma de poliuretano rígida e flexível (**17 e 18**) e a espuma de poliestireno expandido (**16**), comercialmente conhecida como Isopor® são os materiais que apresentam o aspecto áspero mesmo passando por acabamento superficial, uma vez que esses materiais quando utilizados necessitam de outros tipos de acabamento para conseguirem um resultado satisfatório. Dentre as espumas a **17** (espuma de poliuretano) é a que se diferenciou de todos os outros materiais na variável 'Rugosidade' (Figura 67)

Figura 67 – Modelos considerados ásperos.



Fonte: do autor.

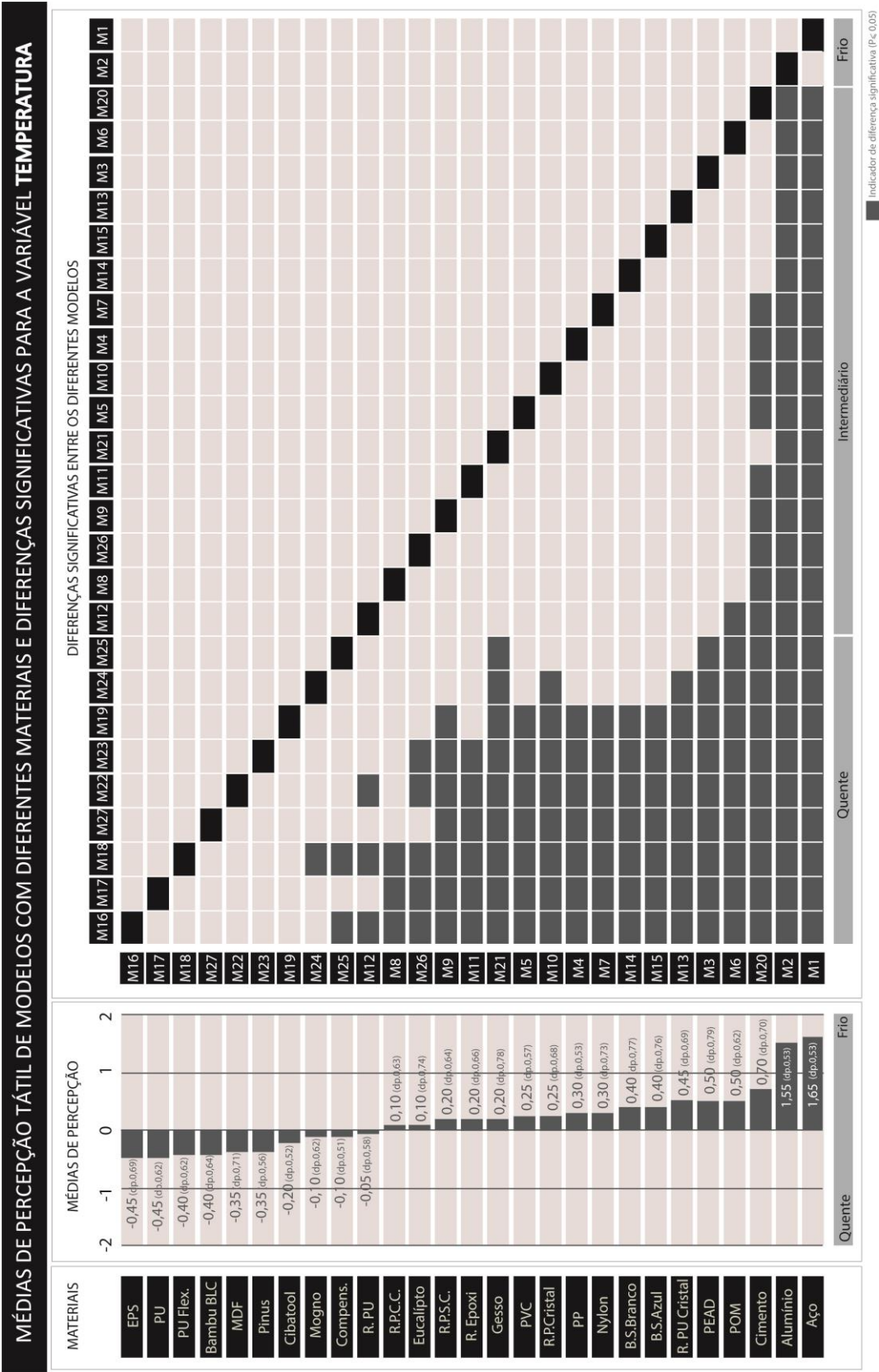
Nesse grupo dos materiais '**Ásperos**' estão concentradas todas as espumas, o que faz todo sentido pois, o Cibatool (19), as Espumas de poliuretano rígida e flexível (17 e 18) e a Espuma de poliestireno expandido - Isopor® (16) apresentam o aspecto áspero mesmo quando se trata o acabamento superficial, uma vez que esses materiais quando utilizados necessitam de outros tipos de materiais para conseguirem um resultado satisfatório. Destaca-se que, dentre as espumas, a 17 (Espuma de poliuretano) é a que se diferenciou de todos os outros materiais na variável 'Rugosidade'.

Dentre o grupo dos materiais considerados '**Ásperos**' podemos incluir também a classe dos cerâmicos, que está representado pelo cimento (20) e a classe das madeiras pelo MDF (22), percepção que parece fazer sentido, pois são materiais que também não apresentam bom acabamento superficial, necessitando de outros artifícios e materiais agregados para alcançarem resultado satisfatório.

5.7 Temperatura

Na variável 'Temperatura', os participantes foram questionados entre a relação 'Quente – Frio', e os resultados obtidos foram consistentes, nessa variável destaca-se a formação de três grupos sendo eles: grupo dos '**Modelos Quentes**', '**Modelos Intermediários**' e os '**Modelos Frios**' (Figura 68, na página seguinte).

Figura 68 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Temperatura.



Fonte: do autor

O primeiro grupo dos modelos considerados '**Quentes**' é formado pelos seguintes **Modelos 25, 24, 19, 23, 22, 27, 18, 17, e 16** (apresentados de forma respectiva na Figura 69).

Figura 69 – Modelos considerados quentes.



Fonte: do autor.

Sendo confeccionados em, **Modelos 25** (Compensado), **24** (Mogno), **19** (Cibatoool), **23** (Pinus), **22** (MDF), **27**(Bambu laminado colado), **18** (Espuma de Poliuretano flexível), **17** (Espuma de Poliuretano rígida) e **16** (espuma de Poliestireno expandido, que foram considerados materiais quentes em relação aos demais materiais. Destaque para a diferenças significativa desses materiais em relação a quase todos os demais modelos, mas não apresentaram diferenças entre eles.

Analisando as diferenças significativas, dentro desse primeiro grupo podemos constatar o que Lefteri (2017) e Ashby e Johnson (2011) corroboram ao dizer que tanto as espumas quanto as madeiras oferecem um excelente isolamento térmico, o que pode ter influenciado na variável temperatura.

Já os modelos do segundo grupo dos materiais considerados '**Intermediários**' é formado pelos **Modelos 20, 06, 03, 13, 15, 14, 07, 04, 10, 05, 21, 11, 09, 26, 08, 12**, grupo esse que apresenta todos os termofixos, Resina de Poliéster com e sem carga (**08 e 09**), Resina Poliéster cristal (**10**) , Resina Epóxi (**11**), Resina poliuretano (**12**), Resina Poliuretano cristal (**13**); todos os elastômeros, borracha de silicone branco e

azul (14 e 15); todos os cerâmicos, Cimento e Gesso (20 e 21); e todos os termoplásticos, Poliacetal (06), Polietileno alta densidade (03), Poliamida (07), Polipropileno (04) e o PVC (05), que foram considerados quentes, mas não tanto quanto os modelos do primeiro grupo.

O terceiro grupo, formado pelos materiais considerados ‘Frios’ é composto apenas pelos Modelos 01 e 02, sendo a classe dos metais Aço (01) e Alumínio (02), materiais que se diferenciaram significativamente dos demais materiais dos outros grupos, mas não apresentaram diferença significativa entre eles, Ashby e Jonhson (2011) classificam tanto o aço quanto o alumínio com materiais frios e de excelente condutividade térmica (Figura 70).

Figura 70 – Modelos considerados frios.

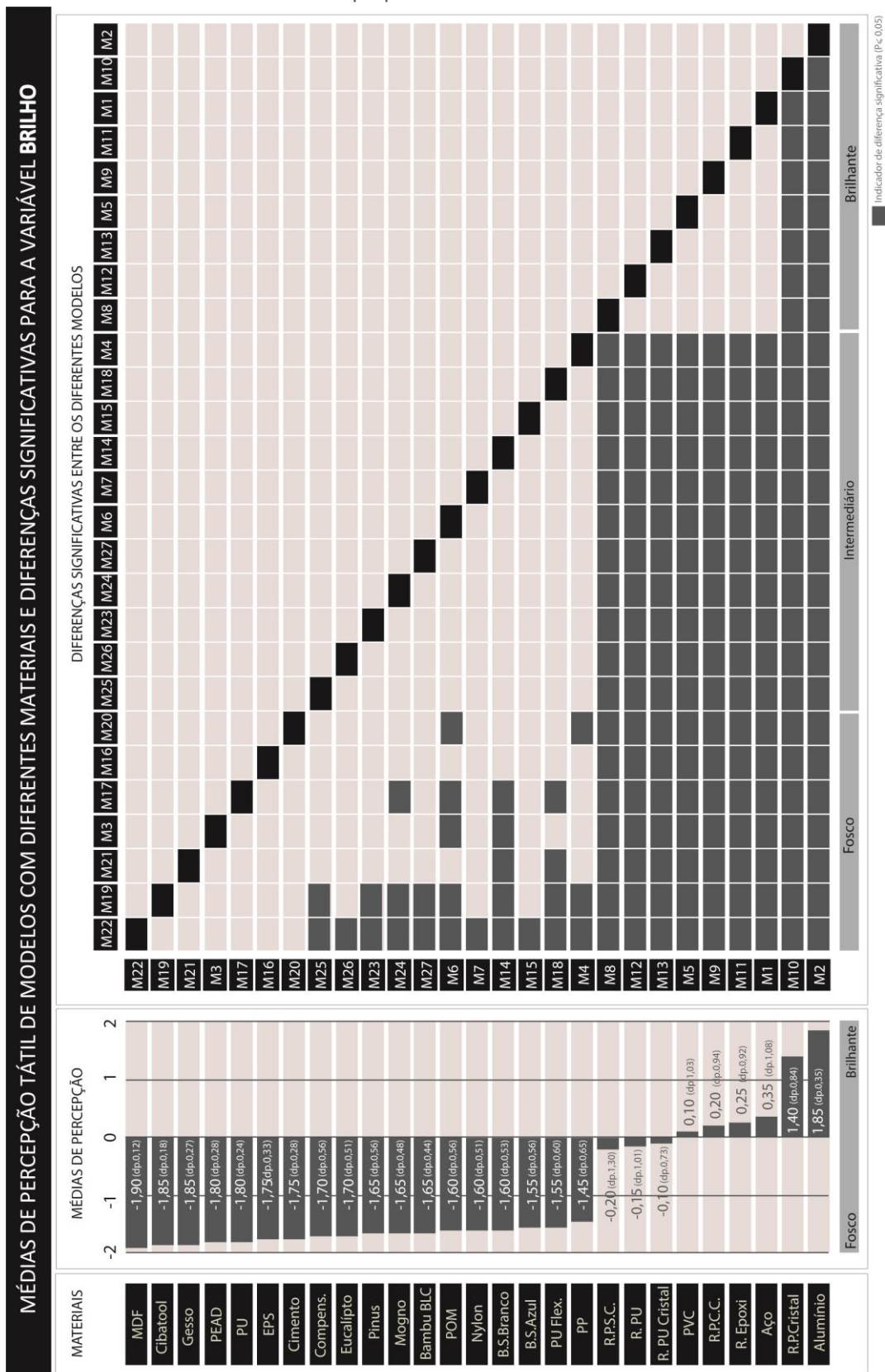


Fonte: do autor.

5.8 Brilho

Na variável ‘Brilho’, os participantes foram questionados entre a relação ‘Fosco – Brilhante’, e os resultados obtidos foram consistentes. Nessa variável destaca-se a formação de três grupos, sendo eles: grupo dos ‘Modelos Foscos’, ‘Modelos Intermediários’ e os ‘Modelos Brilhantes’ (Figura 71, na página seguinte).

Figura 71 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Brilho.



Fonte: do autor.

O primeiro grupo dos modelos considerados foscos é formado pelos seguintes Modelos 22, 19, 21, 03, 17, 16, 20. Sendo confeccionados em, Modelos 22 (MDF), 19 (Cibatool), 21 (Gesso), 03 (Polietileno de alta densidade), 17 (Espuma de Poliuretano rígida) 16 (Espuma de Poliestireno expandido) 20 (Cimento), que foram considerados materiais foscos em relação aos demais materiais e estão respectivamente apresentados na Figura 72.

Figura 72 – Modelos considerados foscos.



Fonte: do autor.

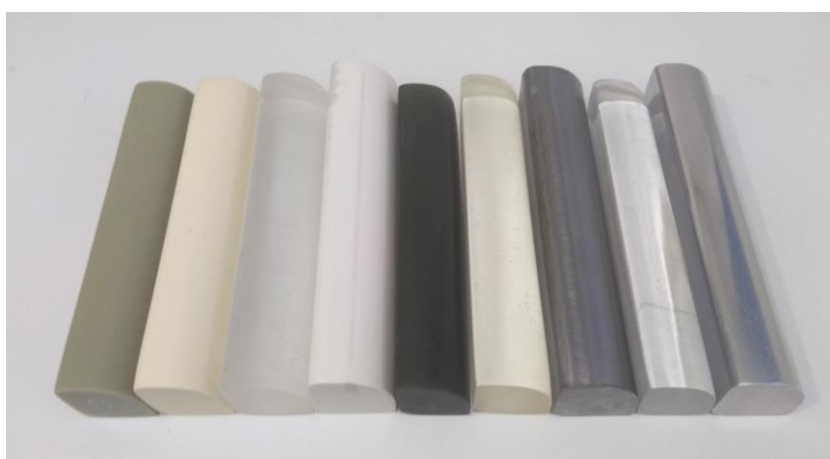
Destaque para a diferenças significativas dos modelos 19 e 22 que se diferenciaram de u maior número de materiais como sendo mais foscos, devido a textura apresenta por esses materiais, mesmo tendo passado por processos de acabamento superficial, como os outros. Outro destaque é que nesse grupo se encontram todos os Cerâmicos (20 e 21) e quase todas as espumas, exceto o modelo (18).

Já os modelos do segundo grupo dos materiais considerados 'Intermediários' é formado pelos Modelos 04, 18, 15, 14, 07, 06, 27, 24, 23, 26, 25, grupo esse que apresenta todos os Elastômeros, borracha de silicone branco e azul (14 e 15); quase todas as madeiras 23 (Pinus), 24 (Mogno), 27 (Bambu laminado colado), 26 (Eucalipto), 25 (Compensado); e alguns dos termoplásticos, Poliacetal (06), Polietileno alta densidade (03), Poliamida (07), Polipropileno (04), sendo considerados semi foscos , mas não tanto quanto os modelos do primeiro grupo.

O terceiro grupo, formado pelos materiais considerados '**Brilhantes**' é composto pelos **Modelos 02, 10, 01, 11, 09, 05, 13, 12, 08**. Dentre esses materiais destaque para o Alumínio (**02**) e para a Resina Poliéster cristal (**10**) que se diferenciaram significativamente dos demais materiais dos outros grupos, mas não apresentaram diferença significativa entre eles.

Ashby e Jonhson (2011) e Lefteri (2017) classificam o alumínio como um material que proporciona excelente polimento o que influencia na sua capacidade de brilho em relação aos demais, já a resina poliéster cristal tem como principal característica a transparência fato esse que pode ter influenciado na percepção do brilho na avaliação dos participantes (Figura 73), mas é um material que permite excelente acabamento superficial.

Figura 73 – Modelos considerados Brilhantes.

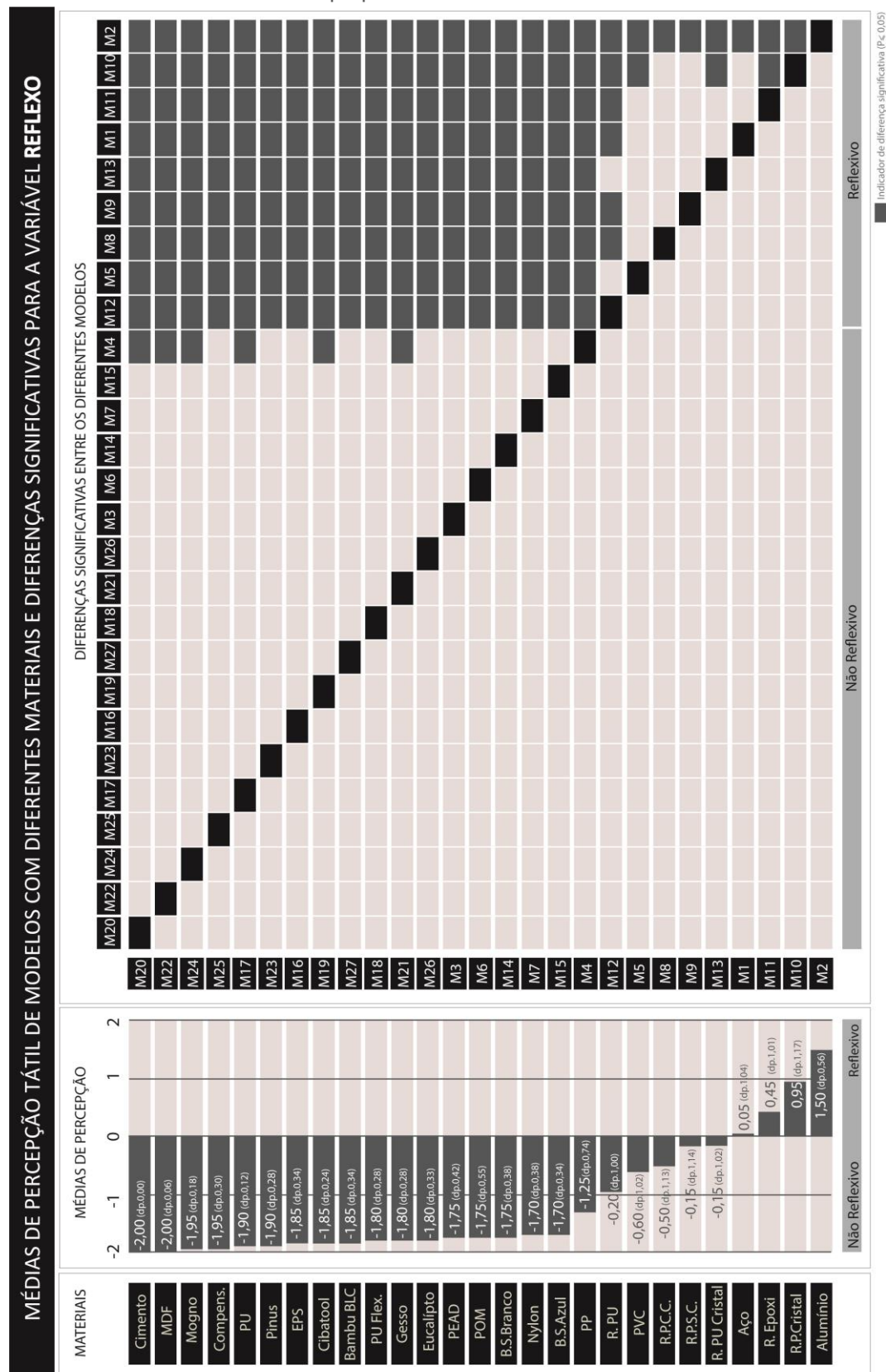


Fonte: do autor.

5.9 Reflexo

Em relação a variável 'Reflexo', os participantes foram questionados entre a relação 'Não Reflexivo – Reflexivo', e os resultados obtidos foram consistentes, nessa variável, destaca-se a formação de 2 grupos sendo eles: grupo dos '**Modelos Não Reflexivos**' e o grupo dos '**Modelos Reflexivos**' (Figura 74, na página seguinte).

Figura 74 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Reflexo.



Fonte: do autor.

O grupo dos materiais considerados não reflexivos é composto pelos **Modelos 20, 22, 24, 25, 17, 23, 16, 19, 27, 18, 21, 26, 03, 06, 14, 07, 15, 04** (respectivamente na Figura 72), sendo que desses modelos só o modelo **04** (Polipropileno) apresenta diferença significativa em relação a todos os demais. Os demais modelos do grupos são compostos por todas as madeiras **22** (MDF) **23** (Pinus), **24** (Mogno), **25** (compensado), **26** (Eucalipto) **27** (Bambu laminado colado), sendo segundo Pereira (2013) as madeiras os materiais que apresentam maior variação nas características subjetivas como a de reflexividade, uma vez que dependem do tipo da madeira e pode variar de pessoa para pessoa (Figura 75).

Figura 75 – Modelos considerados não reflexivos.



Fonte: do autor.

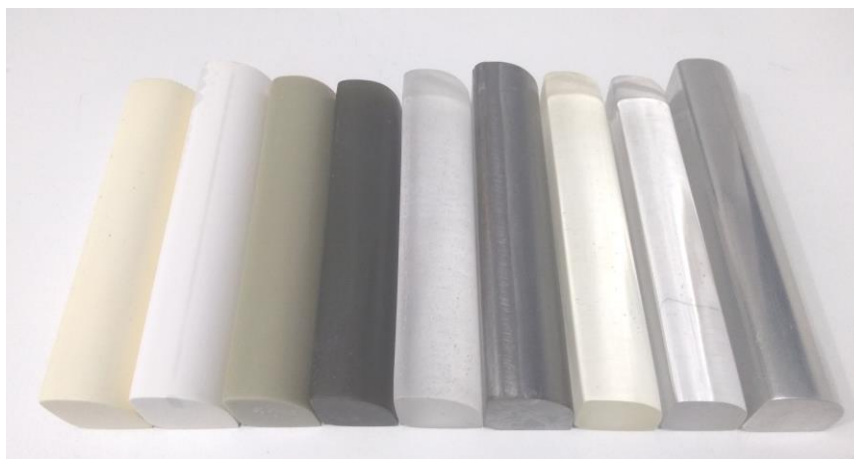
Dentro desse grupo também estão todos os materiais cerâmicos, **20** (Cimento) e o **21** (Gesso); todos as espumas, **18** (Espuma de Poliuretano flexível) **16** (Espuma de Poliestireno expandido), **19** (Cibatoool) e a **17** (Espuma de Poliuretano rígida); também aparecem em sua totalidade os elastômeros, **14 e 15** (Borrachas de silicone branca e azul); e quase todos os termoplásticos, **03** (Polietileno de alta densidade), **06** (Poliacetal) e **07** (Poliamida), com exceção do **05** (PVC), materiais

esses que foram considerados não reflexivos e que não apresentaram diferenças significativas entre si.

Já os resultados em relação a 'Reflexo' referentes aos modelos 'Reflexivos' foram apresentados e caracterizados pelos seguintes **Modelos 2, 10, 11, 01, 13, 09, 08, 05, 12**

Sendo os mesmos confeccionados em: **Modelos 02** (Alumínio), **10** (Resina poliéster cristal), **11** (Resina Epóxi), **01** (Aço), **13** (Resina Poliuretano cristal), **09** (Resina Poliéster sem carga), **08** (Resina Poliéster com carga), **05** (PVC) e **12** (Resina de Poliuretano) (respectivamente mostrados na Figura 76).

Figura 76 – Modelos considerados reflexivos.



Fonte: do autor.

Os **Modelos 02 e 10** se destacaram apresentando diferenças significativas em relação a maioria dos demais modelos, mas não apresentaram diferenças entre si. Com destaque para o modelo **02** (Alumínio), pois segundo Lefteri (2017) e Ashby e Johnson (2011) é um material que permite um excelente polimento o que proporciona maior reflexividade, demonstrando a sensibilidade dos testes para demonstrar as diferenças significativas entre os modelos.

5.10 Opacidade

Na variável ‘Opacidade’, os participantes foram questionados entre a relação ‘Transparente – Opaco’, e os resultados obtidos foram consistentes. Nessa variável destaca-se a formação de três grupos, sendo eles: grupo dos **‘Modelos Transparentes’**, **‘Modelos Intermediários’** e os **‘Modelos Opacos’** (Figura 77, na página seguinte).

O primeiro grupo considerado **‘Transparente’** é formado pelos seguintes **Modelos 10, 11, 13** (respectivamente na Figura 78). Sendo os modelos confeccionados nos seguintes materiais, **10** (Resina poliéster cristal), **11** (Resina epóxi), **13** (Resina poliuretano cristal).

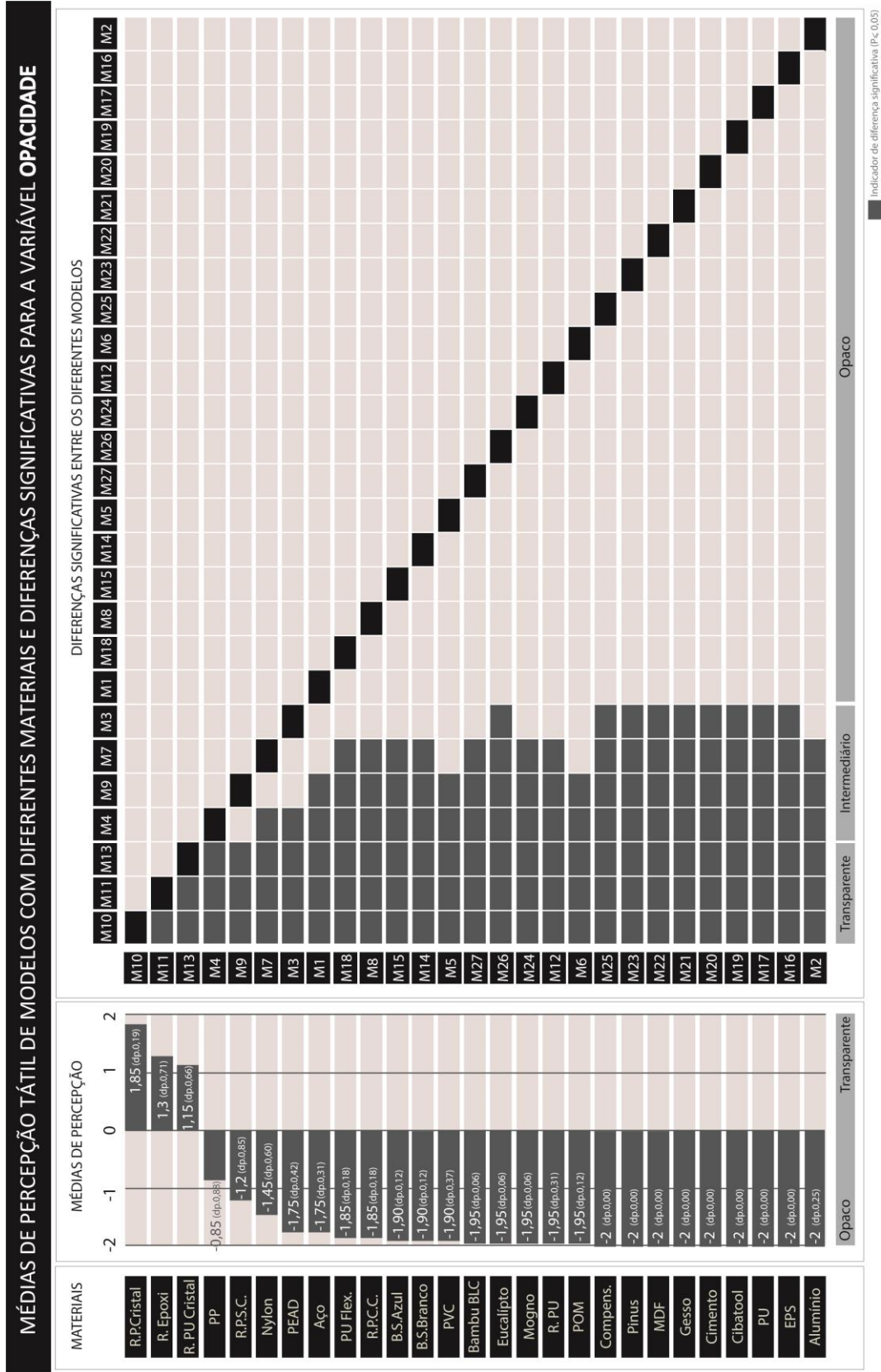
Figura 78 – Modelos considerados transparentes.



Fonte: do autor.

Em relação a variável ‘Opacidade’, destacaram-se como sendo os materiais **‘Transparentes’** os modelos **10, 11, 13**, sendo todos pertencentes a família dos termofixos, e apresentaram diferenças significativas em relação a todos os demais modelos, mas não apresentaram diferenças entre si. Ou seja, os modelos **10, 11, 13** são considerados significativamente transparentes em relação aos demais, detalhe esse que vai de encontro com as propriedades desses materiais, uma vez que todos tem a transparência como principal característica.

Figura 77 – Gráfico com lista de materiais, médias, desvio padrão e diferenças significativas da propriedade Opacidade.

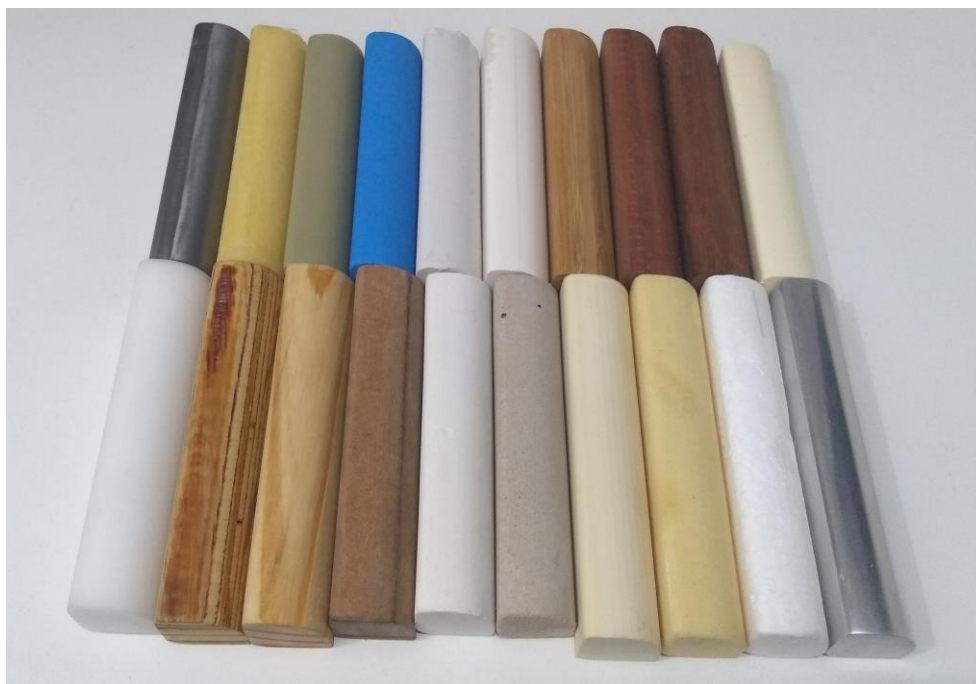


Fonte: do autor.

Já em relação ao segundo grupo dos materiais considerados 'Intermediários', apresentaram algumas diferenças significativas em relação ao terceiro grupo, sendo esse grupo formado pelos termoplásticos: **Modelos 04** (Polipropileno), **03** (PEAD – Polietileno de alta densidade), **07** (Poliamida) e por um termofixo **09** (Resina poliéster sem carga). Ao que se destaca que nesse grupo esses materiais apresentam um aspecto translucido, ou seja, permitem a passagem de luz quando observados, o que faz com que se aproximem mais dos materiais considerados transparentes do que dos opacos, detalhe esse que é observado tanto nas médias quanto nas diferenças significativas.

Já o terceiro grupo considerado materiais '**Opacos**' é composto pelos modelos **01, 18, 08, 15, 14, 05, 27, 26, 24, 12, 06, 25, 23, 22, 21, 20, 19, 17, 16, 02** e não apresentaram diferenças significativas entre si (Figura 79).

Figura 79 – Modelos considerados opacos.



Fonte: do autor.

Sendo esse grupo composto pela família dos metais Alumínio (**02**) e Aço (**01**), dos cerâmicos Cimento (**20**) e Gesso (**21**), dos elastômeros borrachos de silicone branca e azul (**14 e 15**), das espumas de poliuretano flexível e rígida (**18 e 17**), espuma de poliestireno expandido (**16**) e Cibatool (**19**), das madeiras Bambu

laminado colado (27), Eucalipto (26), Mogno (24), Compensado (25), Pinus (23) e MDF (22). Grupo esse que não apresentaram diferenças significativas entre si e forma considerados materiais opacos, características essa que pode ser notada nas madeiras, espumas e cerâmicos, uma vez que são materiais que impossibilitam a passagem de luz.

5.11 Análise de Desconforto

5.11.1 Análise de desconforto do canto A

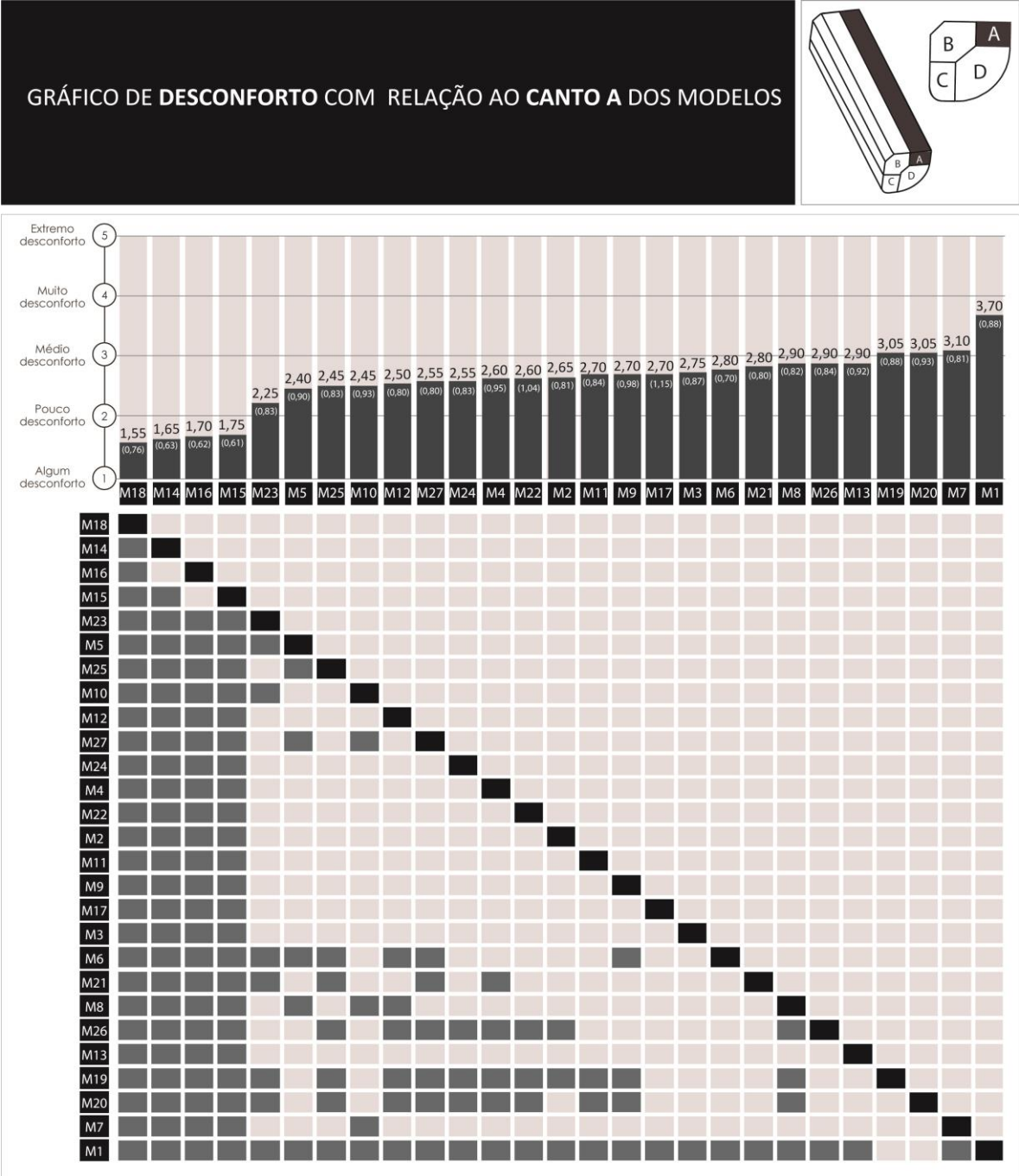
Na análise de desconforto do canto A é possível perceber uma coerência na opinião dos participantes, uma vez que este canto foi o que apresentou maiores médias em relação aos outros cantos se destacando como sendo o mais desconfortável dentro do grupo de materiais testados, uma vez que o canto A apresenta arestas vivas (Figura 80).

Já em relação a análise dos materiais especificamente, o maior destaque é para o modelo 01 (Aço) da família dos metais que apresentou a maior média e se diferenciou significativamente do demais modelos como sendo o que mais causou maior desconforto, podendo-se deduzir que o material do modelo 01 (Aço) potencializou o fato de haver um canto vivo. Além disso, esse material apresenta peso elevado, dureza e rigidez, características que podem contribuir para a percepção de desconforto analisada.

Entre os materiais que causaram as menores percepções de desconforto, dá-se destaque aos modelos 18, 14, 16, 15, modelos esses confeccionados em espumas, 18 (espuma de poliuretano flexível) e 16 (espuma de poliestireno expandido) e elastômeros, 14 (borracha de silicone branca) e 15 (borracha de silicone azul). Estes materiais apresentam flexibilidade, macies e leveza, características que podem

contribuir para a percepção de menor desconforto referente ao canto A nesses modelos.

Figura 80 – Gráfico de desconforto do Canto A.



Fonte: do autor.

Os demais modelos não apresentaram grandes diferenças significativas e não variaram muito em relação as médias de percepção. Contudo, ainda assim se pode inferir que o tipo de material influencia na percepção de desconforto para cantos

vivos, como o metal que causou maior desconforto e as espumas que causaram menor, portanto deve-se levar em consideração ao se projetar.

5.11.2 Análise de desconforto do canto B

Na análise de desconforto do canto B, formado por chanfros e arestas vivas (Figura 81), também é possível perceber uma coerência na percepção dos participantes, havendo inclusive proximidade com o encontrado em relação ao canto A, no item anterior.

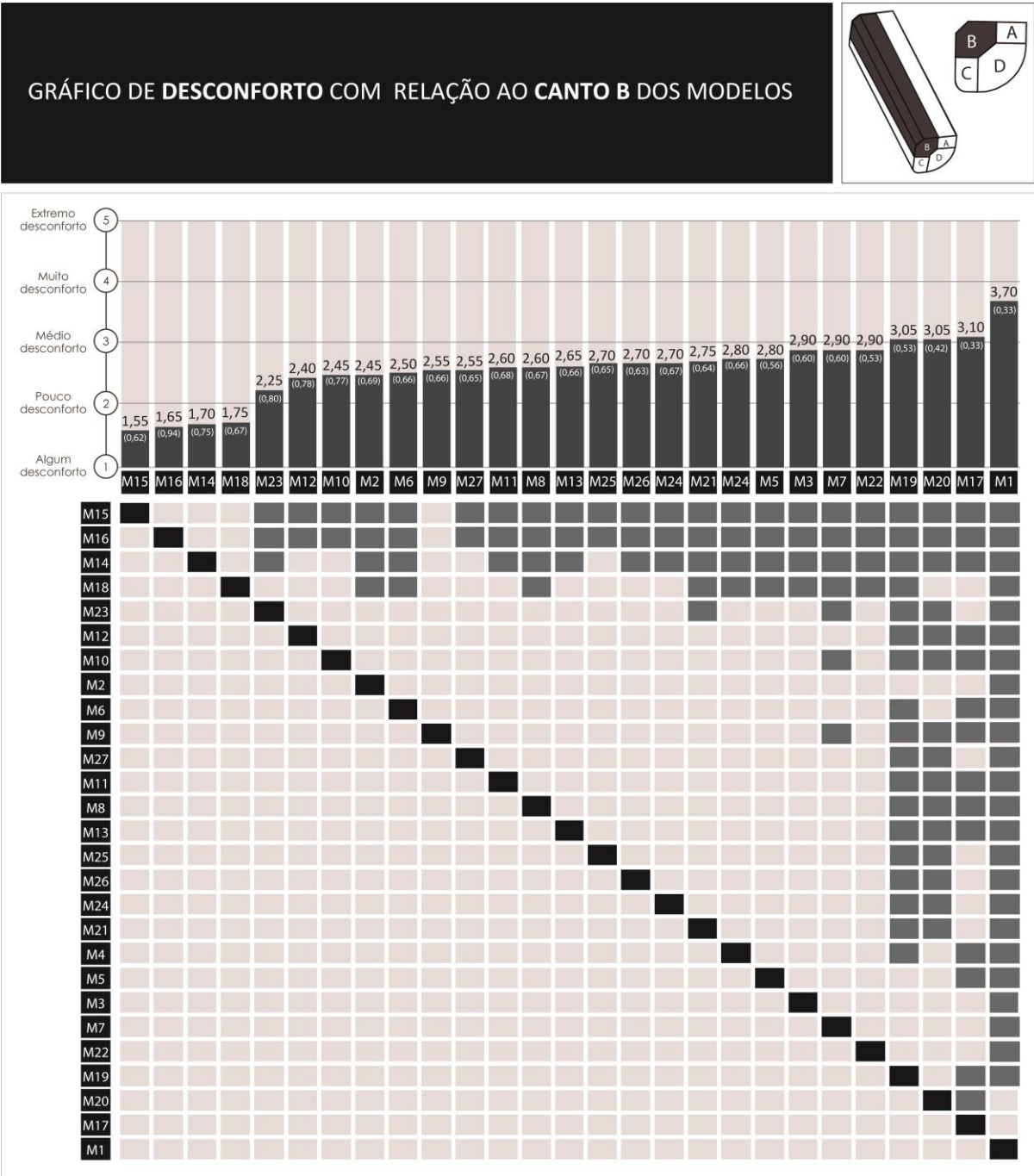
Em relação aos materiais especificamente, o destaque vai também para o modelo **01** (Aço) da família dos metais que apresentou as maiores médias e se diferenciou significativamente da maioria dos demais modelos como sendo o que mais causou desconforto. Vale ressaltar que o canto B é o canto que apresenta chanfros e arestas vivas e este material pode também ter potencializado a percepção de desconforto. Até porque, como dito anteriormente, este material apresenta peso elevado, dureza e rigidez, características que também podem contribuir para a percepção de desconforto.

Outros materiais se diferenciaram significativamente de um grande número de modelos, como é o caso dos modelos **17, 20, 19**, confeccionados em espuma de Poliuretano rígida (**17**), Cimento (**20**), Cibatool (**19**), um aspecto interessante em relação a esses materiais, e que pode ter influenciado na percepção, é que tanto as espumas (**17 e 19**) quanto o cerâmico (**20**) deixam resquícios do material na mão ao serem manuseados, além de possuírem acabamento superficial fosco. Essas características podem ter afetado a percepção e causado ainda mais desconforto.

Já entre os materiais que causaram o mínimo de desconforto, dá-se destaque novamente aos modelos **18, 14, 16, 15**. Modelos esses confeccionados em espumas, **18** (espuma de poliuretano flexível) e **16** (espuma de poliestireno expandido) e elastômeros, **14** (borracha de silicone branca) e **15** (borracha de

silicone azul), que apresentaram diferenças significativas em relação a quase todos os demais materiais, mas não apresentam diferenças significativas entre eles. Esses materiais apresentam, flexibilidade, maciez e leveza, características que podem contribuir para a percepção de menor desconforto analisada nesse canto.

Figura 81 – Gráfico de desconforto do Canto B.



Fonte: do autor.

Os resultados demonstram que o tipo de material, como o metal que causou a percepção de maior desconforto e as espumas e borrachas que causaram a sensação de menor desconforto, devem ser levados em consideração ao se projetar formas com cantos chanfrados.

5.11.3 Análise de desconforto do canto C

Na análise de desconforto do canto C, arredondado, não é possível perceber grandes diferenças de percepção, uma vez que em relação ao desconforto o canto C apresentou médias muito baixas, de maneira geral (Figura 82). O que permite afirmar que cantos arredondados minimizam a percepção de desconforto na grande maioria dos materiais.

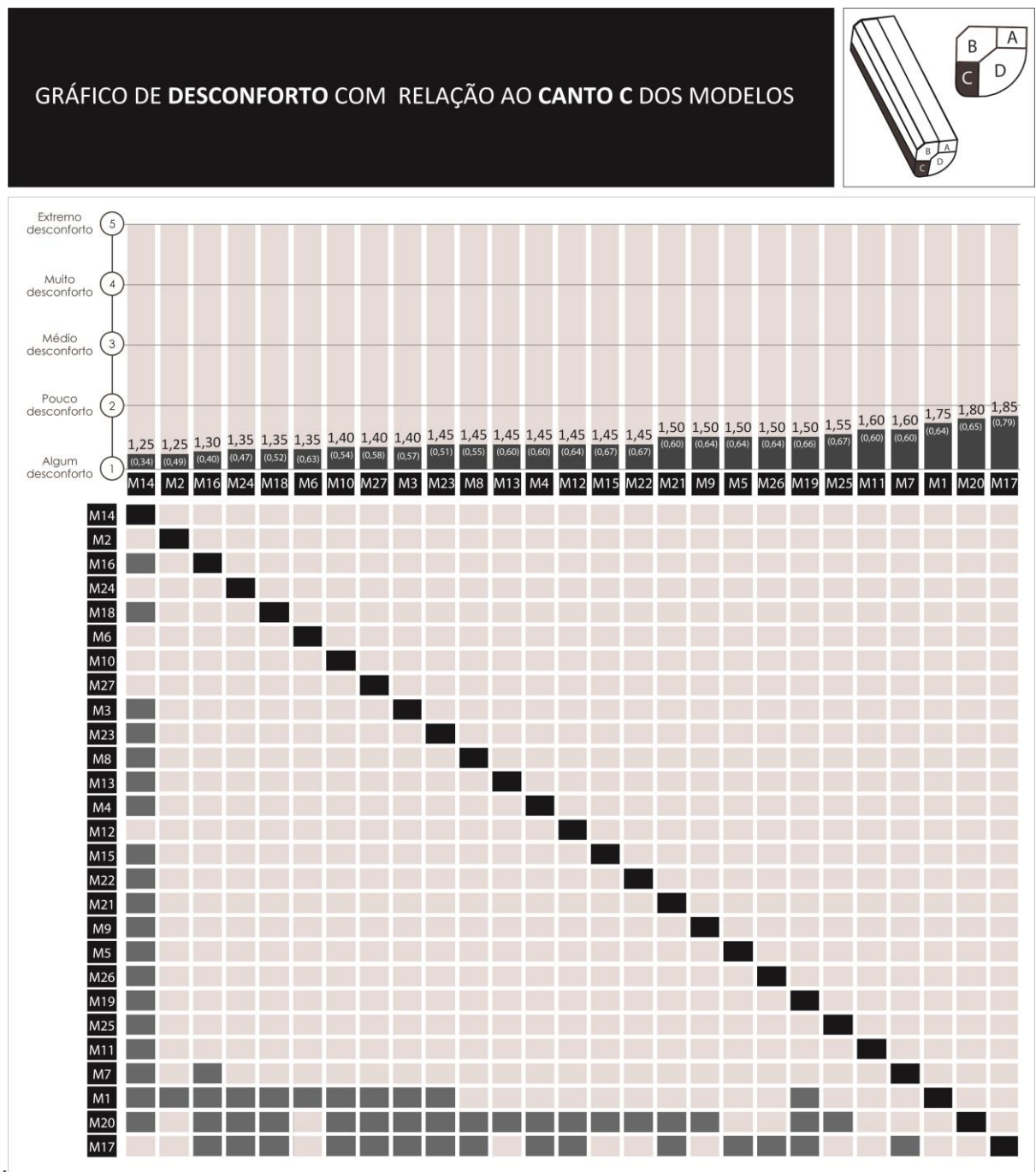
Destaca-se também que diferenças significativas encontradas possuem coerência com os resultados encontrados nos cantos anteriores (A e B).

Em relação aos materiais especificamente, os destaques ficaram com os modelos **01** (Aço), **20** (Cimento) e **17** (Espuma de poliuretano rígida) que apresentaram as maiores médias e se diferenciaram significativamente da grande maioria dos demais modelos como sendo os que mais causaram desconforto. Entre os modelos em destaque vale ressaltar que dois dos três modelos possuem os materiais com peso elevado, dureza e rigidez, características que podem contribuir para a percepção de desconforto analisada. Além disso, entre estes materiais dois deixam resquícios do material na mão ao serem manuseados e possuem acabamento superficial fosco.

Quanto ao canto C, entre os materiais que causaram o mínimo de desconforto, dá-se destaque ao modelo **14** (borracha de silicone branca), que apresentou diferença significativa entre todos os demais materiais, sendo um material que

apresenta flexibilidade, maciez e leveza, características que podem contribuir para a percepção mínima de desconforto obtida nesse canto.

Figura 82– Gráfico de desconforto do Canto C.



Fonte: do autor.

E embora os demais modelos não tenham apresentado grandes diferenças significativas e tenham obtido médias de percepção aproximadas, pode-se afirmar com base no discutido acima que o material e o tipo de aresta influenciam na percepção de desconforto.

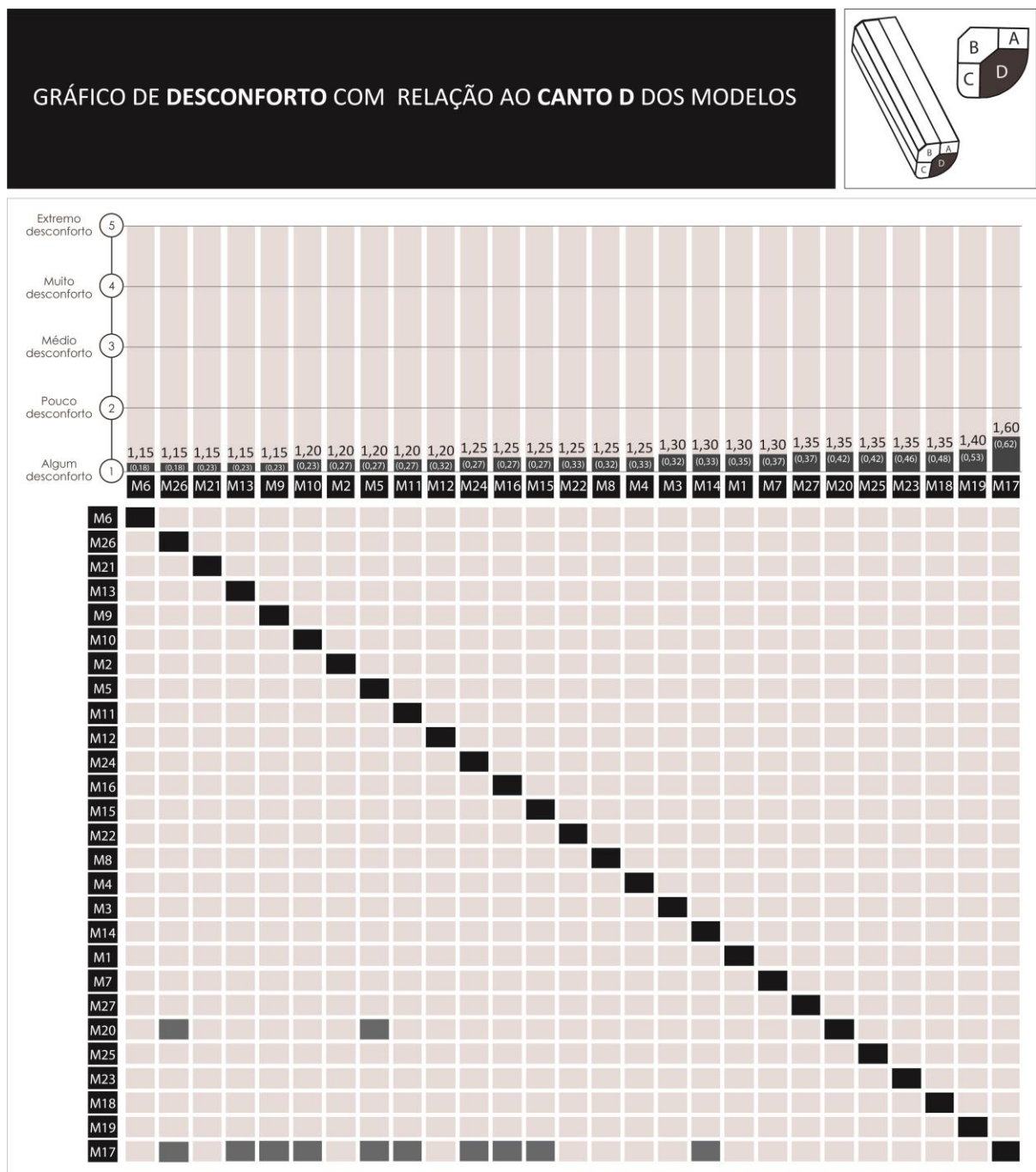
5.11.4 Análise de desconforto do canto D

Na análise de desconforto do canto D é possível perceber uma coerência na opinião dos participantes, uma vez que em relação ao desconforto o canto D apresentou as médias de percepção mais baixas, em relação aos outros cantos (figura 83). Afinal, o canto D é formado por uma superfície arredondada.

Em relação aos materiais especificamente, o único destaque fica com o modelo **17** (Espuma de poliuretano rígida) que apresentou a maior média e se diferenciou significativamente da grande maioria dos modelos como sendo o que causou maior desconforto. Neste contexto, destaca-se que este material é o que deixa mais resquícios ao ser manuseado e possui acabamento superficial mais áspero.

E, embora os demais modelos não tenham apresentado diferenças significativas e não variaram muito em relação as médias de percepção, pode-se também inferir, com base no discutido acima, que o material e o tipo de aresta influenciam na percepção de desconforto.

Figura 83– Gráfico de desconforto do Canto D.



Fonte: do autor.

5.12 Análise e síntese dos resultados

Para demonstrar e sintetizar a relação entre as variáveis e os respectivos materiais foi desenvolvido uma tabela, onde é possível analisar como cada material se comportou com relação as propriedades analisadas (figura 84).

Figura 84 – Comparação entre as variáveis analisadas no estudo.

COMPARAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS ANALISADAS NO ESTUDO																												
BRILHO	Fosco							Intermediário										Brilhante										
	M3	M16	M17	M19	M20	M21	M22	M4	M6	M7	M14	M15	M18	M23	M24	M25	M26	M27	M1	M2	M5	M8	M9	M10	M11	M12	M13	
REFLEXO	Não Reflexivo																	Reflexivo										
	M3	M4	M6	M7	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M1	M2	M5	M8	M9	M10	M11	M12	M13	
OPACIDADE	Opaco																	Intermediário					Transparente					
	M1	M2	M5	M6	M8	M12	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M3	M4	M7	M9	M10	M11	M13	
PESO	Muito Pesado					Pesado															Leve				Muito Leve			
	M1	M2	M5	M6	M27	M3	M4	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M20	M21	M22	M26	M19	M23	M24	M25	M16	M17	M18	
RESISTÊNCIA	Forte							Intermediário										Fraco										
	M1	M2	M3	M5	M6	M7	M12	M26	M22	M4	M8	M9	M10	M11	M13	M14	M15	M24	M25	M27	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M23	
ELASTICIDADE	Não Elástico																	Elástico										
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M17	M19	M20	M22	M21	M24	M25	M26	M23	M27	M14	M15	M16	M18	
MALEABILIDADE	Rígido																	Intermediário				Flexível						
	M1	M2	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M19	M20	M21	M22	M24	M26	M3	M17	M23	M25	M14	M15	M16	M18	M27	
SUAVIDADE	Duro						Intermediário										Macio											
	M1	M2	M8	M9	M10	M12	M13	M6	M5	M4	M7	M11	M20	M21	M22	M24	M25	M26	M27	M3	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M23	
RUGOSIDADE	Liso							Intermediário										Áspero										
	M2	M5	M6	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M1	M4	M3	M7	M14	M15	M19	M21	M23	M24	M25	M26	M27	M16	M17	M18	M20	M22	
CALOR	Frio		Intermediário															Quente										
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M20	M21	M26	M16	M17	M18	M19	M22	M23	M24	M25	M27	

Fonte: do autor.

Quanto as propriedades Brilho e Reflexo é possível notar a relação que as duas variáveis estabelecem, pois o grupo dos materiais considerados brilhantes (M1, M2, M5, M8, M9 M10, M11, M12, M13) é o mesmo dos materiais considerados reflexivos, assim podemos estabelecer essa relação entre os materiais reflexivos e os materiais brilhantes, uma vez que materiais que possuem um acabamento superficial elevado tendem a apresentar essas duas características.

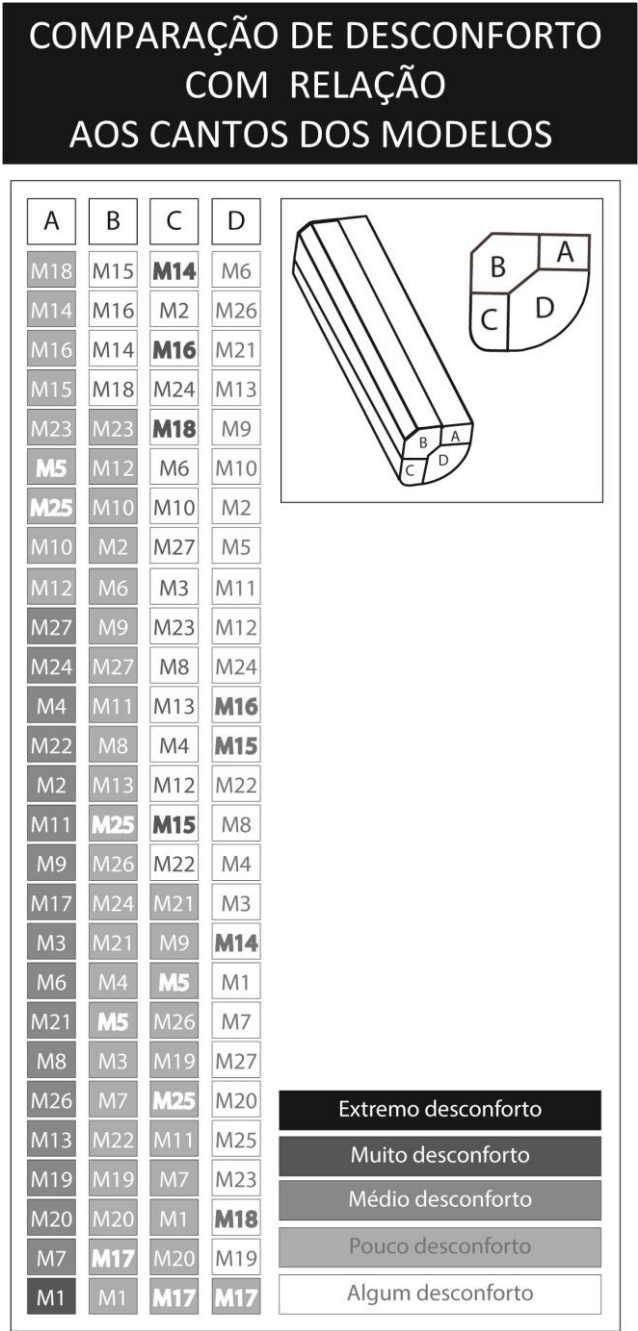
Da mesma forma as propriedades Peso, Resistencia, Elasticidade, Maleabilidade e Suavidade estão relacionadas, uma vez que materiais da família dos metais como o aço e o alumínio se destacaram dentro dessas variáveis se caracterizando como sendo materiais pesados, duros, rígidos, não elásticos e fortes, o que tem coerência com os resultados de diferença significativa onde esses materiais apresentaram as maiores diferenças.

Já a variável Temperatura se mostrou muito relativa, uma vez que não estabeleceu nenhuma relação com as demais, se destacando apenas de forma

significativa na família dos metais, o que demonstra a característica desses materiais serem percebidos como frios em relação a sensação térmica.

Outra análise que também foi estabelecida através de uma tabela é a de desconforto em relação aos cantos A, B, C, D analisados em cada um dos materiais (figura 85).

Figura 85 – Comparação de desconforto com relação aos cantos dos modelos.



Fonte: do autor.

Nas comparações de desconforto em relação aos cantos analisados nos modelos, é possível destacar o canto A, aresta viva, como o único canto que recebi conceito próximo a “muito desconforto”, sendo que M1 (Aço) foi o modelo e material que apresentaram a pior média de percepção.

A figura 82 também permite observar que o modelo 17, feito de Espuma Poliuretano, se apresenta como aquele que apresenta maior desconforto em relação a três dos quatro cantos analisados (B, C e D), valendo lembrara que se trata de uma material cuja percepção pode ter sido influenciada pelo fato de deixar resíduo ao ser manuseado.

6. Conclusões

As motivações desse projeto surgiram de inquietações acerca dos materiais e sua relevância nos processos atuais de Design, que cada vez mais envolvem o usuário. Afinal, ainda hoje ocorrem frustrações relacionadas com produtos projetados e produzidos com materiais inapropriados, como a panela com cabo de metal que ao ir para o fogo esquentava e queimava a mão, ou a embalagem de xampu feita em vidro que escorregava das mãos molhadas. Em alguns casos essas dificuldades podem realmente estar relacionadas à forma, como as maçanetas arredondadas, que dificultam o uso, mas em muitos casos o material também é importante.

Além destes questionamentos, outro fator motivador é a aptidão por esse assunto e o fascínio em saber como os materiais podem transformar a projeção por meio da concepção de modelos e protótipos.

Assim, surgiu a hipótese, na qual essa tese se apoiou, acreditando que diferentes materiais utilizados em modelos e protótipos provocam diferentes percepções – devido à variedade de texturas, sensações térmicas, pesos e possibilidades de acabamento superficial – e influenciam na percepção de usuários, em testes realizados durante as etapas de desenvolvimento de produto.

Esta hipótese foi confirmada, pois os dados demonstram que a comparação dos materiais, mesmo em um corpo de prova de forma tão simples e sem nenhuma função prática agregada, apresentaram diferenças estatisticamente significativas com relação às variáveis apresentadas, mostrando como cada um dos materiais se comporta dentro da percepção dos usuários.

Assim, os resultados e discussões permitem concluir que diferentes materiais provocam diferentes percepções, ainda que apresentados em uma forma comum. Desta forma, pode-se também deduzir que, os diferentes tipos de materiais utilizados para o desenvolvimento de modelos e protótipos podem sim despertar

diferentes percepções nos usuários, uma vez que cada um dos materiais demonstrou particularidades e sensibilidades nos testes estatísticos.

Além disso as avaliações realizadas neste estudo destacam a importância do uso do material adequado na construção de modelos e protótipos ainda no desenvolvimento do projeto por designers. Afinal, testar e conhecer as diferentes percepções que esses diferentes tipos de materiais provocam nos usuários pode auxiliar os designers numa seleção mais adequada para o material no qual o produto final será produzido, minimizando assim erros e frustrações no final do projeto e na relação usuário/produto.

As avaliações das propriedades também permitem observar requisitos de projeto, como:

- Materiais metálicos são percebidos como mais frios, duros, resistentes, não maleáveis e não flexíveis;
- Borrachas e espumas são percebidas como mais macias, flexíveis e elásticas;
- Madeira e espumas são percebidas como mais quentes;
- Cerâmicos, espumas e o MDF são considerados mais ásperos, enquanto metais e resinas são percebidos como mais lisos;
- E, entre as madeiras, o pinos é percebido como mais fraco e leve, enquanto o eucalipto é percebido como mais forte e pesado.

Quanto a análise de desconforto também permite observar requisitos de projeto, como:

- Em objetos com canto vivo, metais são percebidos como mais desconfortáveis e borrachas e espumas como menos desconfortáveis.

- Em objetos com canto em chanfro, cantos arredondados ou superfícies redondas, materiais que deixam resíduos ao serem manuseados são percebidos como mais desconfortáveis.
- Em cantos arredondados a borracha é percebida como menos desconfortável.

Quanto aos materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento dessa tese destaca-se o uso das tecnologias de manufatura aditivas e subtrativas como facilitadora na obtenção de modelos e protótipos.

Neste contexto também deve-se valorizar a ferramenta proposta por Karana (2015), que permitiu por meio de escalas de percepção resultados significativos e possibilitou análises coerentes a respeito dos materiais.

A tese também deixa um caminho aberto para que futuros estudos explorem ainda mais materiais, uma vez que vivemos um cenário em que a cada dia surgem inovações nesta área. Sem contar os materiais ditos sustentáveis que vem ganhando cada vez mais força e espaço dentro dos projetos de design. Assim, novos estudos a fim de compreender a percepção frente a esses novos materiais podem ser realizados.

Este estudo permite ainda a recomendação que designers de produto devem adotar a construção de materiotecas, que se resumem a acervos de diversos materiais, possibilitando assim a consulta e pesquisa de um determinado material nas fases de desenvolvimento de produtos.

Uma vez que, como mostra a revisão teórica desse trabalho e seus resultados corroboram, os materiais são, em conjunto com a forma, um canal de comunicação entre o produto e o usuário, podendo muitas vezes ditar se um produto será ou não aceito. Como percebido no teste de desconforto, onde mesmo os diferentes cantos permitiram diferenças significativas com relação aos diversos materiais, mesmo

tratando-se de um teste de percepção tátil que não envolve necessariamente uma atividade prática a ser realizada. Ou seja, o material é responsável pela percepção que se tem de um produto tanto quanto a forma e, portanto, parte importante no processo de Design.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, C. P. **Levantamento bibliográfico sobre Mogno Africano.**

Colaboradores: Danila Morena Fidelis, Humberto de Jesus Eufrade Junior, Nádya Boareto Moreno, Paulo Giovani Alves da Silva. CONFLOR JR. P.C. 67, Rev.: 00. Pg 24. 2011

ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto.** Tradução: Arlete Simille marques, 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BAXTER, M.R. **Projeto de Produto:** Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. Tradutor: Itiro Iida. 2.ed. ver. São Paulo: Editora Blucher, 2000.

BEYLERIAN, G. M.; DENT, A. **Ultra materials: how materials innovation is changing the world.** Kingdom: Thame & Hudson, 2007.

BOMFIM, G. A. **Metodologia para desenvolvimento de projetos.** João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1995.

BONSIEPE, G. **Metodologia Experimental – Desenho Industrial.** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico: Brasília, 1984.

BROWN, Tim. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias.** Rio de Janeiro. Elsevier, 2010.

BURDEK, B. E. **Design:** História, teoria e prática do design de produto. Tradução: Freddy Van Camp. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

BUUR J. & WINDUM J..Man-Machine Interface. Danish Design Centre, Copenhagen.1994.

CALEGARI, E. P.; OLIVEIRA, B. F. Aspectos que influenciam a seleção de materiais no processo de design. **Arcos Design.** Rio de Janeiro: PPD ESDI - UERJ. Volume 8 Número 1 Junho 2014. pp. 1-19. Disponível em: [<http://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/arcosdesign>]

- CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. Tradução: Sergio Murilo Stamile Soares. Rio de Janeiro: LTC, 2012. ISBN 978-85-216-2124-9
- CANCELA, Fabiano. MDF, compensado e aglomerado: os compósitos de madeira. Disponível em: <[http:// https://blog.fazedores.com/mdf-compensado-aglomerado/](http://https://blog.fazedores.com/mdf-compensado-aglomerado/)>. Acessado em: 25 de Setembro de 2019.
- CIPINIUK, A.; PORTINARI, D. B. Sobre métodos de Design. In: COELHO, L. A. L. **Design Método**. Rio de Janeiro: Ed. PUC---Rio; Teresópolis: Novas Ideias, 2006. p. 17 - 38.
- COELHO, L. A. L. Por uma metodologia de ideias. In: **Design Método**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio; Teresópolis: Novas Ideias, 2006. p. 39 – 53
- DIAS, M. R. A. C. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação Permatus** [Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2009
- EL MARGHANI, V. G. R. **Modelo de Processo de Design no Nível Operacional** [Tese de Doutorado], São José dos Campos, Curso de Engenharia Mecânica e Aeronáutica, área de Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, ITA, 2010, 244p.
- FALCÃO, F. S. **Dimensionamento sensorial tátil de ferramentas manuais: a relação entre percepção de usuários e texturas aplicadas em cabos de martelos de uso típico no DIMPE/AM** [Tese de Doutorado]. Bauru: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp, 2015, 190 p.
- FREITAS, R. F.; COUTINHO, S. G.; WAECHTER, H. N. Análise de Metodologias em Design: a informação tratada por diferentes olhares. In: **Estudos em Design** | Revista (online). Rio de Janeiro: v. 21 | n. 1 [2013], p.1-15 | ISSN 1983-196X.
- GOMES FILHO, J. **Design do objeto: bases conceituais**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. 255p.

- HSUAN-AN, T. **Design: conceitos e métodos**. São Paulo: Editora Blucher, 2017. 320 p. ISBN 978-85-212-1010-8
- IIDA, I.; GUIMARÃES L.B.M. **Ergonomia: projeto e produção**. 3.ed. São Paulo: Editora Blucher, 2016.
- JONES, J. C. **Métodos de diseño**. Barcelona: Gustavo Gili, 1978.
- KARANA, E., & Hekkert, P. (2010). User- material-product interrelationships in attributing meanings. **International Journal of Design**, 4(3), 43-52.
- KARANA, E. **Meanings of materials** [Doctoral dissertation]. Delft, The Netherlands: Delft University of Technology, 2009, 263p.
- KOTOGIANNIS, T.; EMBREY, D. A user-centred design approach for introducing computer-based process information systems, **Applied Ergonomics Vol 28**, No. 2, p. 109-119, Elsevier Science Ltd, 1997.
- KRIPPENDORFF, K. Design centrado no ser humano: uma necessidade cultural. **Estudos em Design – Rio de Janeiro v.8 n 3 p 87-98, set/2000**.
- LINDBERG, S.; ROOS, A.; KIHLESTEDT, A.; LINDSTRÖM, M. A product semantic study of the influence of the sense of touch on the evaluation of wood-based materials. In: **Materials and Design 52** (2013) 300–307, Elsevier, 2013.
- LÖBACH, B. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Blucher, 2001.
- LOPES, J.; NAVEIRO, R. M.; **O Uso de Modelos Tridimensionais no Desenvolvimento de Projetos**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 3, 1998. Anais do 3º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Rio de Janeiro, 1998.
- MAGALHÃES, M. S.; SOUZA, R. V. **Um olhar sobre as metodologias projetuais de design gráfico**. In: Anais do 11º P&D Design - Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2014.
- MARGOLIN, V. Getting to know the user. In: **Design Studies 18**, 1997, p. 227-236.

- MARTINS, A. F. P. **Da maqueta para o desenho: meios de representação tridimensional no design de artefactos**, [Dissertação de Mestrado] Aveiro: Universidade de Aveiro, 2010, 149p.
- MARTINS, R. F. F.; VAN DER LINDEN, J. C. S. **Pelos caminhos do design: metodologia de projeto**. Londrina: EDUEL, 2012, 540p. ISBN 978-85-7216-609-6 (Eduel). ISBN 978-85-61556-18-1 (Rio Books).
- MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- NORMAN, D. **O design do dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.
- PALHIAS, C. B. C. **Prototipagem: Uma abordagem ao processo de desenvolvimento de um produto**. [Dissertação de Mestrado] Lisboa: Universidade de Lisboa, 2015, 153p.
- PANIZZA, J. F. **Metodologia e processo criativo em projetos de comunicação visual**. [Dissertação de Mestrado] São Paulo: USP, 2004, 254p.
- PAZMINO, A. V. **Como se Cria: 40 métodos para o Design de Produtos**. São Paulo: Blucher, 2015.
- PEREIRA, Andréa Franco. **Madeiras Brasileiras: Guia de combinação e substituição** / Andréa Franco Pereira. – São Paulo : Blucher, 2013.
- PEREIRA, Douglas Daniel. **O uso da modelagem aplicada à ergonomia no desenvolvimento de produtos**. 2015. 176 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/132512>>.
- PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113p. (Embrapa Florestas. Documentos, 38).
- PMBOOK. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. Project Management Institute, 130. South State Road, Upper Darby, PA 19082 USA, 2004
- PENNA, E. **Modelagem, modelos em design**, São Paulo. Catálise, 2002.

- RAMOS, A. M.; RELVAS, C. M.; SIMÕES, J. A.; MOTA, L. M. **Engenharia + Design: da ideia ao produto**. Porto, Editora Publindústrias, Edições Técnicas, 2017. ISBN 978-989-723-239-8.
- RELVAS, C. A. M.; **Processos de prototipagem rápida no fabrico de modelos de geometria complexa**: Estudo realizado sobre modelo anatômico da mão [Dissertação de Mestrado]. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2002, 121p.
- RIBAS, V.G., et.al.. Reference Board: Method with focus on Emotion for the conception of new products in Design. In: **Interim Meeting of the International Color Association AIC 2004**, COLOR AND PAINTS, 2004, Porto Alegre: AIC 2004 Color and Paints, 2004
- RIBEIRO, C. C. **Materiais de construção civil** / Carmen Couto Ribeiro, Joana Darc Silva Pinto, Tadeu Starling. 4. ed. rev. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013. 212 p.: il. – (Ingenium). ISBN: 978-85-423-0051-2
- ROGNOLI, V. **The expressive-sensorial characterization of materials for design**. Ph.D. thesis, Faculty of Design, Politecnico di Milano, 2004.
- ROGNOLI, V.; LEVI M. How, what and where is it possible to learn design materials? **The Changing Face of Design Education**. 2–3 September, Delft, 2004.
- SILVA, E. A.; HEIDRICH, R.; JÚNIOR, W. K. **Reflexões sobre técnicas e materiais para agilizar a representação de design de produto**: Concepção x Exequibilidade. In: Anais do I Congresso Internacional de Pesquisa em Design – Brasil / V Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília, AEnDBr, 2002.
- WOLDSTAD, J. C. Digital human models for ergonomics. **International Encyclopedia of Ergonomics an Human Factors**, Second Edition. Volume 1-3. USA. Taylor & Francis, 2006.
- WONGSRIRUKSA, S.; HOWES, P.; CONREEN, M.; MIODOWNIK, M. The use of physical property data to predict the touch perception of materials. **Materials and Design** 42 (2012) 238–244. Elsevier, 2012.

APÊNDICE 01



UNESP - FACULDADE DE
ARQUITETURA, ARTES E
COMUNICAÇÃO FAAC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MODELOS E PROTÓTIPOS COM DIFERENTES MATERIAIS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E A SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO DO

Pesquisador: DOUGLAS DANIEL PEREIRA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 03659118.0.0000.5663

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.125.886

Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa apresenta de forma clara a problemática a ser estudada. A fundamentação teórica demonstra o estado da arte do objeto de estudo. O pesquisador apresenta a metodologia e a forma de análise dos resultados de acordo com os objetivos propostos, e menciona a aplicação do TCLE aos participantes da amostra. O documento "Informações Básicas do Projeto" gerado pela Plataforma Brasil informa que o tamanho da amostra será de 60 participantes.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo da pesquisa "compreender a percepção do usuário frente a diferentes tipos de materiais que são utilizados para confecção de modelos e protótipos dentro do processo de desenvolvimento de produto".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: O pesquisador informa que não haverá qualquer risco para os participantes da pesquisa, pois será solicitado aos sujeitos apenas que toquem e vejam os corpos de prova.

Benefícios: Contribuir para a identificação das diferentes percepções dos sujeitos de duas faixas etárias distintas (Grupo 01 - 18 a 35 anos e Grupo 02 - 35 a 60 anos) em relação a diferentes tipos de materiais, e assim auxiliar os designers na utilização de um material mais adequado para o desenvolvimento de um modelo ou protótipo, bem como do objeto final.

Endereço: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01

Bairro: VARGEM LIMPA

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-6055

E-mail: sta@faac.unesp.br



Continuação do Parecer: 3.125.886

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não há qualquer problema que envolva os aspectos éticos no desenvolvimento da proposta de pesquisa apresentada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE apresentado está adequado. O texto do TCLE informa ao participante que os testes serão de percepção tátil e visual em relação aos corpos de prova. Informa que essa avaliação será realizada por meio de entrevistas e 02 protocolos para avaliação da percepção. Esses protocolos utilizam uma escala semântica de 5 pontos. Informa ainda, que a pesquisa não envolverá qualquer procedimento invasivo e que não causará desconforto ou risco à saúde do participante.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa acata o parecer do relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1264652.pdf	28/11/2018 11:23:42		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermodeConsentimento.pdf	28/11/2018 11:21:53	DOUGLAS DANIEL PEREIRA	Aceito
Outros	ProtocoloA.pdf	27/11/2018 18:37:32	DOUGLAS DANIEL PEREIRA	Aceito
Outros	ProtocoloB.pdf	27/11/2018 18:34:09	DOUGLAS DANIEL PEREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPesquisa.pdf	27/11/2018 17:58:39	DOUGLAS DANIEL PEREIRA	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	27/11/2018 17:56:02	DOUGLAS DANIEL PEREIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01
Bairro: VARGEM LIMPA **CEP:** 17.033-360
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3103-6055

E-mail: sta@faac.unesp.br



UNESP - FACULDADE DE
ARQUITETURA, ARTES E
COMUNICAÇÃO FAAC



Continuação do Parecer: 3.125.886

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 30 de Janeiro de 2019

Assinado por:
Luis Carlos Paschoarelli
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01

Bairro: VARGEM LIMPA

CEP: 17.033-360

UF: SP **Município:** BAURU

Telefone: (14)3103-6055

E-mail: sta@faac.unesp.br

APÊNDICE 02



UNESP - Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'
FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação
Pós-graduação em Design

Modelos e Protótipos com diferentes materiais no desenvolvimento de produto e a sua influência na percepção do usuário

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(terminologia obrigatório em atendimento a resolução 466/2012 –CNS-MS)

O projeto de pesquisa “MODELOS E PROTÓTIPOS COM DIFERENTES MATERIAIS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E A SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO” tem apoio da CAPES e tem como objetivos compreender a percepção do usuário em relação aos diferentes tipos de materiais que são utilizados dentro do processo de desenvolvimento de produto, realizando testes de percepção com usuário, explorando tanto os sentidos táteis quanto a percepção visual em relação a cada um desses materiais.

A pesquisa será realizada por meio de testes de percepção tátil e visual em relação aos corpos de prova desenvolvidos em diferentes tipos de materiais que são utilizados na confecção de modelos e protótipos. Por meio de entrevistas e protocolos para avaliação da percepção.

Nenhum procedimento da pesquisa será invasivo e não causará desconforto ou risco à sua saúde. Caso se apresentem dúvidas, você poderá entrar em contato com os pesquisadores através dos contatos abaixo.

Eu, _____, RG _____-SSP/_____, estando ciente das informações acima lidas, concordo em participar da pesquisa “MODELOS E PROTÓTIPOS COM DIFERENTES MATERIAIS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E A SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO” e entendo que as informações cedidas por mim são confidenciais, autorizando a sua divulgação no meio científico e acadêmico de forma anônima e global, tendo a minha identidade totalmente preservada. Estou ciente de que sou voluntário e, portanto, não receberei nenhum benefício por participar desta pesquisa, bem como não terei ônus algum. Tenho total liberdade para aceitar ou recusar fazer parte deste estudo e sei que a minha recusa, em qualquer momento, não acarretará nenhum prejuízo para mim.

Bauru, _____ de _____ de 2019.

Ms. Douglas Daniel Pereira
(Pesquisador)

Participante

Prof. Dr. Olimpio José Pinheiro
(Pesquisador / Orientador)

Ms. Douglas Daniel Pereira
R. Orlando Ranieri, 8-85, Apto 22
Flamboyant, Bauru, SP CEP. 17047-902
Tel. 17 98100 6030

Prof. Dr. Olimpio José Pinheiro
Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, 14-01
Bauru, SP - Brasil
Telefone: (14) 31036000 / Ramal: 6058

Seção Técnica de Pós- Graduação
Av. Eng. Edmundo Carrijo Coube, 14-01,
Bauru-SP
(14) 3103-6057/ (14) 3103-6157

APÊNDICE 03



Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01
Bairro: Vargem Limpa
17033-360 - Bauru, SP

UNESP - Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'

FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação

PPGDesign - Pós-graduação em Design

MODELOS E PROTÓTIPOS COM DIFERENTES MATERIAIS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E A SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO.

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

Nome: _____ Modelo

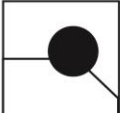
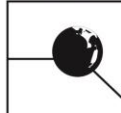
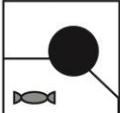
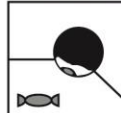
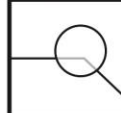
Observe os materiais dos modelos utilizados nas etapas de desenvolvimento de projeto de produto e responda as questões abaixo de acordo com sua **Percepção Tátil**. Observe os critérios abaixo e classifique:

Suavidade		
	2 1 0 1 2 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	
Peso		
	2 1 0 1 2 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	
Maleabilidade		
	2 1 0 1 2 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	
Elasticidade		
	2 1 0 1 2 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	
Resistência		
	2 1 0 1 2 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	
Rugosidade		
	2 1 0 1 2 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	
Calor		
	2 1 0 1 2 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	

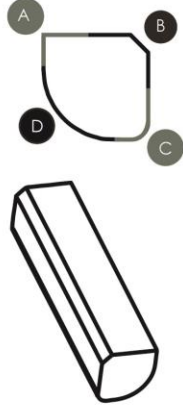
PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

Nome: _____ Modelo

Observe os materiais dos modelos utilizados nas etapas de desenvolvimento de projeto de produto e responda as questões abaixo de acordo com sua **Percepção Tátil**. Observe os critérios abaixo e classifique:

Brilho	Fosco		2 ○	1 ○	0 ○	1 ○	2 ○	Brilhante	
Reflexo	Não Reflexivo		2 ○	1 ○	0 ○	1 ○	2 ○	Reflexivo	
Opacidade	Opaco		2 ○	1 ○	0 ○	1 ○	2 ○	Transparente	

Considerando o modelo avaliado, observe as áreas destacadas com as letras A, B, C e D no desenho representado abaixo e avalie o desconforto percebido. Classifique cada área utilizando a escala ao lado, considere 1 para 'Algum desconforto' e 5 para 'Extremo desconforto'.

	A	Algum desconforto	Pouco desconforto	Médio desconforto	Muito desconforto	Extremo desconforto
	B	Algum desconforto	Pouco desconforto	Médio desconforto	Muito desconforto	Extremo desconforto
	C	Algum desconforto	Pouco desconforto	Médio desconforto	Muito desconforto	Extremo desconforto
	D	Algum desconforto	Pouco desconforto	Médio desconforto	Muito desconforto	Extremo desconforto

APÊNDICE 04

1	27	18	16	6	25	15	20	11	24
2	26	23	14	16	22	2	6	7	12
3	25	2	7	4	16	14	26	27	25
4	24	19	19	1	12	3	1	23	9
5	23	25	3	18	9	16	21	12	16
6	22	17	26	8	27	11	12	16	20
7	21	7	6	11	6	5	23	14	19
8	20	24	23	27	17	24	24	10	13
9	19	3	21	15	20	20	25	19	8
10	18	12	10	12	10	10	19	20	26
11	17	9	18	19	14	7	15	6	23
12	16	14	13	2	1	18	8	15	21
13	15	8	1	21	15	17	18	2	6
14	14	27	25	26	23	1	27	5	18
15	13	1	27	10	4	6	3	4	27
16	12	13	15	20	26	4	14	3	11
17	11	16	5	9	8	8	7	24	7
18	10	26	24	14	2	12	9	13	5
19	9	21	4	17	24	22	2	22	4
20	8	5	8	23	11	19	17	1	22
21	7	22	22	22	7	9	22	25	1
22	6	15	17	25	5	21	10	18	15
23	5	20	2	5	21	27	16	8	3
24	4	11	20	24	3	26	11	9	17
25	3	4	11	3	19	13	5	17	10
26	2	6	9	13	18	23	4	26	14
27	1	10	12	7	13	25	13	21	2

19	4	12	11	3	10	8	19	2	2
14	6	15	12	20	22	4	10	8	21
11	10	1	8	4	1	18	3	6	16
5	24	17	7	8	3	22	8	9	6
17	26	8	14	27	18	12	20	14	8
7	27	4	4	25	4	25	16	1	4
9	16	10	25	11	24	20	24	10	20
15	18	25	5	2	15	26	9	3	14
13	7	20	3	19	14	14	7	26	11
12	17	13	13	22	27	11	6	18	7
27	19	9	23	18	17	6	12	16	12
20	13	3	9	7	20	2	13	27	10
18	21	11	24	21	6	10	27	17	18
25	2	14	6	5	11	19	4	12	26
16	3	26	18	14	7	21	2	11	15
10	1	6	1	12	23	3	5	5	24
4	14	7	20	1	19	24	25	7	23
26	20	24	19	9	16	13	23	20	27
8	9	19	27	16	9	27	26	19	17
6	23	22	10	26	13	17	21	23	13
21	22	18	22	13	2	15	11	21	3
24	25	27	2	10	8	7	22	24	22
3	11	5	26	15	12	9	1	22	1
1	8	2	17	6	25	1	17	25	25
23	12	21	21	17	26	5	14	15	19
2	5	16	16	24	5	16	15	13	5
22	15	23	15	23	21	23	18	4	9

17	23	9	20	15	13	19	10	24	21
6	21	26	4	21	17	9	24	18	18
5	14	24	3	13	3	21	12	16	9
16	10	23	19	19	8	24	14	15	5
13	9	22	26	11	21	1	26	22	27
22	26	19	8	26	24	2	19	26	22
9	17	1	7	4	9	7	5	11	24
23	25	4	23	12	15	20	8	13	14
7	7	14	15	20	12	12	2	10	6
15	4	16	2	23	5	15	3	12	4
3	12	3	6	10	10	8	6	25	26
25	20	5	10	3	18	25	23	17	11
19	8	15	1	6	23	13	16	7	7
14	18	21	25	8	22	18	21	1	1
20	13	8	18	25	25	3	7	6	10
26	6	18	9	16	2	26	1	9	12
21	22	6	22	17	27	23	9	27	3
27	27	12	12	5	20	17	4	14	13
8	1	13	16	14	14	10	20	2	20
4	19	11	17	7	6	16	22	21	23
10	2	7	24	18	1	27	11	19	17
18	24	27	27	2	26	14	25	4	25
24	3	2	5	22	7	6	15	3	19
12	16	20	13	9	19	22	17	8	2
2	11	25	21	24	11	11	13	20	15
1	5	10	11	27	16	4	18	23	8
11	15	17	14	1	4	5	27	5	16