

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

MARIA DO CARMO TORRI DISCHINGER

**METODOLOGIA DE ANÁLISE DA PERCEPÇÃO TÁTIL EM
DIFERENTES CLASSES DE MATERIAIS E TEXTURAS PARA
APLICAÇÃO NO DESIGN DE PRODUTOS**

Porto Alegre
2009

MARIA DO CARMO TORRI DISCHINGER

**METODOLOGIA DE ANÁLISE DA PERCEÇÃO TÁTIL EM
DIFERENTES CLASSES DE MATERIAIS E TEXTURAS PARA
APLICAÇÃO NO DESIGN DE PRODUTOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Design com ênfase em Design e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Wilson KINDLEIN JÚNIOR

Porto Alegre
2009

D611m Dischinger, Maria do Carmo Torri

Metodologia de análise da percepção tátil em diferentes classes de materiais e texturas para aplicação no design de produtos / Maria do Carmo Torri Dischinger. – 2009.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Design. Porto Alegre, BR-RS, 2009.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior

1. Desenvolvimento de produto. 2. Percepção tátil. I. Kindlein Júnior, Wilson, orient. II. Título.

CDU-620.1(043)

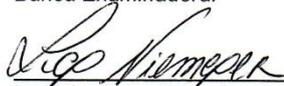


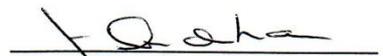
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Pós-Graduação em Design – Mestrado

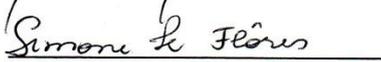
ATA Nº 06 DA DEFESA PÚBLICA DE MESTRADO DE MARIA DO CARMO TORRI DISCHINGER, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN COM ÊNFASE EM DESIGN & TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

Dia 10 de julho de 2009, às 14h, no Anfiteatro 600 da Escola de Engenharia, instalou-se a Comissão Examinadora da defesa pública de Mestrado em Design, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. Lucy Carlinda da Rocha de Niemeyer, docente do Departamento de Projeto de Produto da Escola Superior de Desenho Industrial da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Prof. Dr. Júlio Carlos de Souza Van Der Linden, docente do Centro Univeristário Ritter dos Reis; Profa. Dra. Simone Hickmann Flôres, docente do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Profa. Dra. Evelise Anicet Ruthschilling e Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior (Presidente) a fim de proceder à arguição pública da defesa de Mestrado de **Maria do Carmo Torri Dischinger**, discente do Programa de Pós-graduação em Design, desta Universidade, dissertação intitulada: **Metodologia de Análise da Percepção Tátil em Diferentes Classes de Materiais e Texturas para Aplicação no Design de Produtos**. Abertos os trabalhos, a candidata expôs seu trabalho de dissertação por 45 minutos e após foi dada a palavra à Profa. Dra. Lucy Carlinda da Rocha de Niemeyer que arguiu a candidata por trinta minutos, tendo esta respondido em quinze minutos. Em seguida, Prof. Dr. Júlio Carlos de Souza Van Der Linden, Profa. Dra. Simone Hickmann Flôres e Profa. Dra. Evelise Anicet Ruthschilling arguíram a candidata por trinta minutos cada, tendo a discente respondido em quinze minutos. Finalmente, Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior discorreu sobre o trabalho por vinte minutos. Logo após, reuniu-se a Comissão Examinadora que apresentou o conceito final que de público foi anunciado: aprovada e considerada adequada para concessão do título de **Mestre em Design com ênfase em Design & Tecnologia** desde que, a candidata efetue as correções indicadas pelos examinadores dentro do prazo regimental. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente Ata que vai por mim assinada, Eloisa Santana de Almeida, e pela Comissão Examinadora. Porto Alegre, 10 de julho de 2009.

Banca Examinadora:


Lucy Carlinda da Rocha de Niemeyer


Júlio Carlos de Souza Van Der Linden


Simone Hickmann Flôres


Evelise Anicet Ruthschilling

Orientador:

Wilson Kindlein Júnior
Presidente


Eloisa Santana de Almeida
Téc. em Secretariado
Mat. Stape 003572374
Secretária PGDesign/URFGS

Ao meu marido, Flávio.

AGRADECIMENTOS

Ao Flávio, que fez essa jornada ao meu lado.

Aos meus pais e irmãs, que me acompanharam na construção de quem sou, sempre acreditando em mim.

Aos amigos que me apoiaram, compreendendo minha ausência durante este período.

A toda a equipe do LdSM com os quais convivi e trabalhei nos últimos cinco anos e que me proporcionaram o aprendizado que inspirou e enriqueceu esta jornada. Agradeço de modo especial Camila Ferreira Escobar, Lauren da Cunha Duarte e Fábio Pinto da Silva, pela ajuda nos testes de dureza e rugosidade.

À querida amiga Lara Elena Gomes, pela constante ajuda e apoio incondicional durante todas as fases desta pesquisa.

Aos laboratórios que gentilmente contribuíram com esta pesquisa, pelo uso dos equipamentos e pela disponibilidade de seus colaboradores (LACAR, LACER, LaPol, Lamef, Laboratório de Geologia e Instituto de Física).

Aos colegas e amigos que participaram como julgadores, pela contribuição generosa de seu tempo, dedicação e interesse.

À Professora Simone Flores pela ajuda valiosa na adequação do método de Análise Sensorial de Alimentos para esta pesquisa.

À Eloísa Santana de Almeida, secretária do PGDesign, por todo auxílio prestado ao longo do mestrado e dos treinamentos.

Ao meu orientador Professor Wilson Kindlein Júnior, pelo estímulo e confiança que sempre depositou em mim e no meu trabalho.

A CAPES pelo apoio financeiro que permitiu a realização desta dissertação.

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo tratar das relações que se estabelecem entre usuário e produto, exploradas através de uma análise de seus elementos compositivos: sentidos, percepção e significação, considerando o viés humano, e materiais, acabamentos e superfície, considerando o objeto. A intenção é contribuir com uma metodologia que possa auxiliar no projeto de produtos e interfaces com parâmetros mais objetivos, respaldando a escolha do designer na transposição do abstrato ao material. Através do estudo de técnicas empregadas na Análise Sensorial de alimentos foi possível derivar uma aplicação customizável para a análise do sentido do tato, fazendo uma referência à importância de comprovar as possibilidades de exploração dentro do aprofundamento em um dos sentidos. Esta metodologia, apresentada ao término da pesquisa, foi esquematizada e aplicada em todas as suas etapas. Com este objetivo, utilizaram-se equipamentos de medição, uma equipe de julgadores treinados e pessoas aleatórias para obter medidas objetivas, subjetivas e afetivas. Mostra-se com este estudo que há maneiras de transitar com mais fluência entre o que se deseja projetar e como isso deve ser feito para que a mensagem seja transmitida. Exploram-se as possibilidades decorrentes do uso de equipamentos tecnológicos, do treinamento científico de julgadores e a interface mais subjetiva, do afeto, que faz voltar ao usuário o foco do design. Tal encontro evidencia caminhos possíveis para uma projeção mais abrangente, mais coerente com o que se deseja transmitir e quem se deseja alcançar.

Palavras-chave: Percepção Tátil, Metodologia, Projeto de Produto.

ABSTRACT

This research aims to address the relations that can be established between user and product, explored through an analysis of its composing elements: senses, perception and meaning, considering the human approach, and materials, surface and finishing, considering the object. The intention is to contribute with a methodology that can assist in designing products and interfaces with more objective parameters, supporting the designer's choice when transposing from abstract to material. Through the study of techniques employed in the Sensory Analysis of food it was possible to derive a customizable application for the analysis of the sense of touch, making a reference to the importance to demonstrate the possibilities of exploring deeper one of the senses. This methodology, presented at the end of the research, was outlined and applied at all stages. For this purpose were used measurement equipments, a team of trained assessors and people at random to obtain objective, subjective and emotional measures. It is showed with this study that there are ways to move more fluently between what is the project intention and how this should be executed in order to transmit the right message. The possibilities arising from the use of technological equipment, the scientific training of assessors and a more subjective interface of affection are explored, which puts the user back in the design focus. This meeting shows possible ways to a broader projecting, more consistent with what is being transmitted and who is the target.

Keywords: Tactile Perception, Methodology, Product Project.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estrutura da pele humana com seus sensores.....	37
Figura 2: Fluxograma de Pesquisa	60
Figura 3: Interface do Banco de Texturas.....	62
Figura 4: Ecossistema do Banco de Texturas.....	63
Figura 5: Imagem das cinco texturas selecionadas do Banco de Texturas.	64
Figura 6: Alteração de tamanho e repetição das texturas para aplicação nos corpos-de-prova.	66
Figura 7: Corpos-de-prova em metal.....	68
Figura 8: Corpos-de-prova em chifre bovino.....	69
Figura 9: Corpos-de-prova em resina.	70
Figura 10: Corpos-de-prova em silicone.....	71
Figura 11: Diferentes métodos de confecção:	73
Figura 12: Corpos-de-prova em cerâmica.	73
Figura 13: Corpos-de-prova produzidos.	75
Figura 14: Interface do <i>software</i> utilizado para a visualização da linha de rugosidade selecionada no <i>Scanner</i>	77
Figura 15: Medida média da área de contato do dedo indicador.....	79
Figura 16: Comparação do Modelo Original (Verde) e a Peça em Cerâmica (Colorida)	80
Figura 17: Comparação do Modelo Original (Verde) e Peça em Chifre (Colorida)	80
Figura 18: Comparação do Modelo Original (Verde) e Peça em Resina (Colorida)	81
Figura 19: Comparação do Modelo Original (Verde) e Peça em Silicone (Colorida)	81
Figura 20: Comparação do Modelo Original (Verde) e Peça em Metal (Colorida)	81
Figura 21: Termógrafo SAT – HY6800.....	83
Figura 22: Termografia da mão da pesquisadora ao chegar para o teste.....	83
Figura 23: Gráfico da linha L01 que indica a temperatura da mão da pesquisadora em comparação à mesa em temperatura ambiente.....	84
Figura 24: Termografia do corpo-de-prova em chifre.....	85
Figura 25: Termografia do corpo-de-prova em metal.....	85
Figura 26: Termografia do corpo-de-prova em cerâmica.	86
Figura 27: Termografia do corpo-de-prova em silicone.....	86

Figura 28: Termografia do corpo-de-prova em resina.	87
Figura 29: Termografia da mão da pesquisadora ao sair da sala.	87
Figura 30: Microdurômetro Struers Duramin.	88
Figura 31: Etapas da medição de dureza.	89
Figura 32: Tipos de dureza para os diferentes materiais	89
Figura 33: Imagem do MEV para indentação no corpo-de-prova em cerâmica.	92
Figura 34: Comparação entre diferentes escalas de dureza.	93
Figura 35: Materiais utilizados para a medição da Dureza segundo a escala de Mohs.	95
Figura 36: Imagem da cabine utilizada nos Testes Triangulares	99
Figura 37: Sala de treinamento (sala do PGDesign).	103
Figura 38: Gráfico para comparação dos julgadores no atributo Dureza	114
Figura 39: Gráfico para comparação dos julgadores no atributo Rugosidade 1.....	115
Figura 40: Gráfico para comparação dos julgadores no atributo Condutividade Térmica	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características objetivas das texturas, identificadas segundo o Ecossistema do Banco de Texturas.	65
Tabela 2 - Composição Química ZAMAC ZAP.	67
Tabela 3 - Propriedades típicas da resina RenCast 452.	70
Tabela 4 - Propriedades da Borracha Líquida de Silicone BX-3-8001.	71
Tabela 5 - Medidas do Ra médio dos corpos-de-prova. Unidades: μm	79
Tabela 6 - Temperaturas máximas resultantes do contato.	88
Tabela 7 - Correlação entre durezas das amostras	94
Tabela 8 - Escala de Dureza Mohs	94
Tabela 9 - Valores das durezas dos materiais utilizados nos corpos-de-prova, segundo a escala Mohs.	95
Tabela 10 - Resultados de dureza para os corpos-de-prova segundo a Escala de Mohs e ensaios realizados com os Durômetros.	96
Tabela 11 - Percentual de acertos dos julgadores nos Testes Triangulares.	100
Tabela 12 – Materiais de referência adotados para o treinamento.	101
Tabela 13 - Resultado da Análise Estatística dos três primeiros testes	105
Tabela 14 - Resultado da Análise Estatística dos três últimos testes.	106
Tabela 15 - Médias das avaliações de cada julgador no atributo Dureza	110
Tabela 16 - Médias das avaliações de cada julgador no atributo Rugosidade 1 (amostras de vários materiais com a mesma textura Pingos)	110
Tabela 17 - Médias das avaliações de cada julgador no atributo Rugosidade 2 (amostras de várias texturas no mesmo material metálico).	111
Tabela 18 - Médias das avaliações de cada julgador no atributo Condutividade Térmica	111
Tabela 19 - Resultados da ANOVA no atributo Dureza	112
Tabela 20 - Resultados da ANOVA no atributo Rugosidade 1 (amostras de vários materiais com a mesma textura Pingos)	112
Tabela 21 - Resultados da ANOVA no atributo Rugosidade 2 (amostras de várias texturas no mesmo material metálico)	112
Tabela 22 - Resultados da ANOVA no atributo Condutividade Térmica	112

Tabela 23 - Resultados da ANOVA no atributo Dureza, após a eliminação do Julgador 2 e 5	114
Tabela 24 - Resultados da ANOVA no atributo Rugosidade 1, após a eliminação dos julgadores 6, 8, 11 e 12	115
Tabela 25 - Resultados da ANOVA no atributo Condutividade Térmica após a eliminação do Julgador 6	117
Tabela 26 - Resumo com resultados das ANOVAs calculadas para os quatro atributos, buscando a verificação da coerência ou distinção entre as amostras.....	118
Tabela 27 - Média das avaliações das amostras no atributo Dureza	118
Tabela 28 - Média das avaliações das amostras no atributo Rugosidade 1.....	118
Tabela 29 - Média das avaliações das amostras no atributo Rugosidade 2.....	118
Tabela 30 - Média das avaliações das amostras no atributo Condutividade Térmica	118
Tabela 31 - Resultados do Teste de Tukey no atributo Dureza.....	119
Tabela 32 - Resultados do Teste de Tukey no atributo Rugosidade 1 (amostras de vários materiais com a textura Pingos).....	120
Tabela 33 - Resultados do Teste de Tukey no atributo Rugosidade 2 (amostras de várias texturas no material Metal)	120
Tabela 34 - Resultados do Teste de Tukey no atributo Condutividade Térmica	121
Tabela 35 - Médias de avaliação das amostras no Teste Afetivo e escala correspondente ..	123
Tabela 36 – Correlação entre resultados obtidos por medição com equipamentos e equipe de julgadores	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA – Análise de Variância Univariada

CNC – *Computer Numeric Control*

LACAR – Laboratório de Caracterização de Materiais

LACER – Laboratório de Materiais Cerâmicos

LaPol – Laboratório de Materiais Poliméricos

LAMEF – Laboratório de Metalurgia Física

LdSM – Laboratório de Design e Seleção de Materiais

MANOVA – Análise de Variância Multivariada

MEV – Microscópio Eletrônico de Varredura

PGDesign – Programa de Pós-Graduação em Design

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Contextualização do Tema	17
1.2	Delimitação do Tema.....	24
1.3	Problema	25
1.4	Objetivos.....	25
1.4.1	Objetivo Geral	25
1.4.2	Objetivos Específicos.....	26
1.5	Justificativa	26
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
2.1	Homem	29
2.1.1	Corpo e Mente	30
2.1.2	Emoções	31
2.1.3	Sentidos.....	33
2.1.3.1	Tato/Pele	34
2.1.3.2	Texturas e subjetividade	39
2.1.4	Sensações e Percepções.....	40
2.1.5	Significação.....	44
2.2	Objeto	46
2.2.1	Superfície.....	47
2.2.2	Design de Superfície.....	48
2.2.3	Materiais	49
2.2.4	Acabamento	51
2.3	Análises a serem consideradas.....	52
2.3.1	Análise Descritiva Quantitativa.....	55
3	METODOLOGIA	59
3.1	Concepção dos corpos-de-prova.....	61

3.1.1 Histórico	61
3.1.2 A seleção das texturas	64
3.2 Caracterização dos corpos-de-prova.....	66
3.2.1 Corpo-de-prova em metal.....	67
3.2.2 Corpo-de-prova em material natural.....	68
3.2.3 Corpo-de-prova em polímero termofixo	69
3.2.4 Corpo-de-prova em elastômero	70
3.2.5 Corpo-de-prova em cerâmica	72
3.2.6 Medição dos corpos-de-prova	74
3.2.6.1 Rugosidade	76
3.2.6.2 Condutividade Térmica	82
3.2.6.3 Dureza	88
3.3 Análise sensorial dos corpos-de-prova.....	96
3.3.1 Recrutamento e seleção de julgadores.....	97
3.3.2 Terminologia, definição de descritores e referências	100
3.3.3 Treinamento e seleção de julgadores.....	102
3.3.4 Teste sensorial de avaliação dos corpos-de-prova	107
3.3.5 Análise estatística e interpretação dos resultados	109
3.3.5.1 Verificação do consenso entre os julgadores	112
3.3.5.2 Verificação da distinção entre as amostras	117
3.4 Análise afetiva dos corpos-de-prova	121
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	124
4.1 Resultados das análises	124
4.2 Sugestão de Metodologia.....	127
4.3 Aplicações.....	129
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
5.1 Sugestões para trabalhos futuros	133
REFERÊNCIAS	134

APÊNDICES.....	140
Apêndice A – Formulário de Recrutamento de Julgadores	140
Apêndice B – Formulário de Testes Triangulares	143
Apêndice C – Ficha de Avaliação Descritiva do Treinamento de Julgadores.....	144
Apêndice D – Análise Estatística dos primeiros três testes do Treinamento de Julgadores ..	145
Apêndice E – Análise Estatística dos últimos três testes do Treinamento de Julgadores.....	151
Apêndice F – Ficha de Avaliação Descritiva Utilizada nos Testes Sensoriais	159
Apêndice G – Formulário de Teste Afetivo	160
ANEXOS.....	161
Anexo A – Especificações da Borracha Líquida de Silicone (BX-3-8001)	161
Anexo B – Especificação Resina Huntsman	163
Anexo C – Especificação Zamac	165

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo traz uma visão panorâmica da pesquisa, indicando o contexto do tema estudado, suas delimitações, o problema, os objetivos e a justificativa.

1.1 *Contextualização do Tema*

Direcionar um estudo para o uso e delimitações dos sentidos contribui com aquelas pesquisas que exploram o encontro e a interação entre as tecnologias e o ser humano. Para usufruir o que as tecnologias possam oferecer depende-se muito dos receptores sensoriais de que o ser humano é dotado. São eles que informam ao cérebro, com a mais variada gama de estímulos, o que está acontecendo ao seu redor (SIEGEL, 2004). Alguns autores afirmam inclusive que não é possível ter acesso à realidade propriamente dita, mas apenas aos dados que os sentidos captam e que são então processados para gerar a percepção (AUSTIN, 1993; SCHIFFMAN, 2005; PISANI et al., 2000; BRIDGEMAN, 1991; DAMÁSIO, 1996). Desta forma, a origem do conhecimento está no corpo e tal perspectiva orienta o estudo a partir dos sentidos.

A divisão da percepção em cinco canais principais, e consequente especialização dos órgãos por estes responsáveis, contribui para uma maior chance de sobrevivência de uma espécie quando na perda de um dos sentidos. No caso dos seres humanos em suas plenas capacidades, a diferença entre os sentidos ocorre de uma maneira sutil e frequentemente associada ao uso que deles se faz. Até mesmo entre culturas, é possível identificar capacidades sensoriais refinadas que se desenvolveram a partir das práticas daquele grupo. A própria representação cerebral do espaço pessoal é modificável pela experiência, pelo uso ou desuso intenso (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1997). De igual forma, quando um dos sentidos falha, o corpo reage dirigindo sua atenção para os outros, como se nota seguidamente, por exemplo, entre as pessoas com alguma deficiência visual e que, em função desta, desenvolveram uma audição ou tato mais aguçados. Neste sentido Schiffman (2005) afirma que a experiência com o sistema Braille, por exemplo, pode melhorar a percepção tátil em geral, sendo isso devido ao aprendizado perceptual e maior experiência com a modalidade tátil.

Em 1974, Abraham Moles apontava para o crescimento da massificação e da tecnologia e atribuía a estes as mudanças no caráter do homem que o levariam a perder sua identidade. Tal alteração acarretaria, para este autor, em um distanciamento social, fazendo com que a sociedade se parecesse, cada vez mais, com um conjunto de átomos sociais (MOLES 1974). Alguns anos depois, Armindo Trevisan (1990) chamou a atenção para a condição de afunilamento do campo perceptivo em que as pessoas se encontravam. Para Knobbe (2004), a cultura atual atua como um limitante das experiências sensoriais, de modo especial as experiências táteis. Apesar da visão apontada por esses três autores, deve-se lembrar que existe um grande volume de estímulos sensoriais na sociedade contemporânea, mas que eles são principalmente de ordem visual. A preponderância do visual, no entanto, não é uma característica exclusiva da atualidade, mas sim o modo de relação mais conhecido entre o homem e o mundo (AUMONT, 1993).

Sendo o homem um ser analógico e constituído de sentidos intrínsecos à sua natureza, ele não pode manter-se completamente alheio aos estímulos físicos que o mundo proporciona. Considerando a influência que o modo de vida globalizante exerce, principalmente sobre aqueles que vivem inseridos nos grandes centros urbanos, pode-se identificar proporcionalmente uma resposta sensorial generalizada aos estímulos visuais que são cotidianamente propostos. Esta adequação compreende, por um lado, uma alta rapidez de processamento, e por outro, a construção de uma espécie de “filtro” que seleciona culturalmente as informações que possam vir a ser de algum interesse para o indivíduo. Segundo Ivan Izquierdo (2002) esta habilidade do cérebro de filtrar aquilo que excede a sua capacidade de absorção, é extremamente natural e necessária. Trata-se de uma resposta adaptativa do sistema ao contexto em que este se coloca.

Dentro de um ambiente assim estruturado, nota-se a possibilidade de propor estímulos que contemplem os outros sentidos além da visão. Designers e profissionais da área de projeção podem e devem fazer bom uso desta lacuna e contribuir assim para que as pessoas utilizem mais frequentemente suas diversas capacidades sensoriais. Explorar novas abordagens dos sentidos é também uma forma de propor ambientes e objetos diferenciados, que despertem a atenção e o interesse do usuário.

Embora a cultura projetada pelos avanços tecnológicos dirija-se a passos largos a uma desmaterialização cada vez maior, ainda assim o indivíduo busca se cercar da inevitável materialidade. Um exemplo simples pode ser observado nas relações que diariamente se estabelecem através de equipamentos de comunicação que permitem o contato, a conversa, sem que haja qualquer proximidade física entre os indivíduos. As relações advindas desse tipo de evolução pautam pela rapidez, segurança e eficácia. Mesmo assim, ainda usando o exemplo anterior, algumas pessoas que se conhecem e se relacionam pela internet em algum momento buscam se encontrar e se “conhecer pessoalmente”, ou seja, chegar a um nível de intimidade que o contato físico propicia. Segundo Knobbe (2004), apesar das variações encontradas entre culturas, é possível categorizar as espacialidades, a partir do corpo do indivíduo, da seguinte forma: 40 cm é a fronteira íntima para as expressões dos sentimentos de amor ou de ódio, 1,20 m é a zona interindividual e das relações de linguagem e de 2 a 3 metros ocorrem as negociações impessoais.

Segundo Lévy (1996) o que torna o corpo visível é a sua superfície. É através da superfície que materializam os objetos, que é conduzida esta pesquisa. A materialidade dos objetos estimula os sentidos, os quais, por sua vez, produzem emoções. Anusas (2006) afirma que as emoções são reconhecidas através das relações humanas, relações estas que se estabelecem tanto entre os indivíduos quanto entre o homem e o seu entorno, os objetos. Desta forma, pode-se dizer que o indivíduo estabelece relações emocionais com tudo que o cerca, tudo o que seus sentidos são capazes de captar. Dentro do estudo que correlaciona design e emoção, a primeira premissa é a de que as pessoas sempre apresentam reações afetivas aos produtos, afirma Kurtgözü (2003). Lucy Niemeyer vai além e afirma:

Todas as interações humanas envolvem emoções, incluindo as interações com o mundo material. Essa interação é um dos modos pelos quais a individualidade se constrói e se exerce, dentro de um espectro de escolhas que os indivíduos ou grupos têm acesso em determinado momento histórico de uma sociedade. (NIEMEYER, 2006, p.103)

Verifica-se então, neste sistema de relacionamentos e trocas, a importância destes instrumentos, os objetos, que participam ativamente da identificação do indivíduo e contribuem para seu reconhecimento e valorização perante seus pares. Conforme Maillet,

Guenand e Lenay (2006) e Löbach (2001) o objeto tem funções simbólicas, estéticas e funcionais. Ou seja: estímulos visuais, sonoros, olfativos, táteis e do paladar são convites a apreciações, associações e leituras. Aqui novamente são imprescindíveis os sentidos: as “janelas” de contato com o mundo. A identidade de uma pessoa é construída a partir das suas vivências afetivas e culturais, reitera Escorel (1999). Diversos objetos são utilizados com este propósito e muitas vezes este é o parâmetro que diferencia um produto bem ou mal sucedido. Cabe ao designer analisar com cuidado essas funções simbólicas do objeto e, assim, levar em consideração o usuário e suas necessidades desde as primeiras etapas do processo de projeção. No entendimento de Crossley (2003) a função do design atual é muito menos a criação de objetos e muito mais a construção de cenários para histórias envolventes onde as pessoas desenvolvam suas experiências. Desenhar um produto é desenhar um relacionamento.

De acordo com Manu (1995), os objetos são procurados muito em função de sua promessa de suprir, mesmo que temporariamente, as necessidades emocionais do sujeito. Os significados dos objetos estão realmente nas próprias pessoas, o que difere é a relação, o investimento emocional que é depositado nestes objetos. As pessoas não reagem exclusivamente às características físicas dos objetos por si mesmas, mas aos significados que a partir delas se estabelecem (KRIPPENDORFF, 2000). Os objetos, a materialidade, podem ser o ponto de partida destes significados atribuídos, servindo como espelhos para auxiliar na delimitação do misterioso comportamento humano. O impacto emocional dos produtos tem sido bastante estudado e discutido nos últimos anos, contanto inclusive com uma associação que trata exclusivamente da relação entre design e emoção que é a *Design and Emotion Society* (<http://www.designandemotion.org/>). A primeira conferência *Design and Emotion* foi em 1999 e foi organizada pelo Departamento de Design Industrial da Universidade de Tecnologia de Delft, na Holanda.

Muitos produtos concorrentes oferecem funcionalidade, qualidade, preço e tecnologia semelhantes. O design tem sido buscado por muitas empresas como um elemento diferenciador, principalmente no que tange os aspectos emocionais que podem ser desenvolvidos nas relações com os clientes. Entretanto, a experiência que o consumidor estabelece com o produto passa por tantos filtros sociais, culturais e pessoais, que torna

impossível para o designer projetá-la, mas apenas influenciá-la, declara Suri (2003). Neste sentido é urgente que o designer se concentre em compreender o máximo possível sobre o destinatário ao qual ele se dirige. Ainda Suri (2003) aponta diversos métodos que vem sendo utilizados para desvendar estas questões: métodos etnográficos, da antropologia, análise de tarefas físicas e cognitivas, análise de redes sociais e outras técnicas adaptadas da psicologia experimental. Esses métodos de base científica fornecem ao designer dados objetivos sobre o comportamento das pessoas e suas reações frente a soluções de design específicas. Além destes testes, a autora sugere ainda alguns passos que devem ser observados quando se deseja passar do subjetivo para o objetivo no campo do design: deve-se aprender a partir dos dados coletados, observar as pessoas dentro do seu contexto de uso, pedir para que elas participem da avaliação de forma ativa e finalmente o designer deve testar ele próprio o que está sendo avaliado pelos outros.

Por outro lado, Crossley (2003), afirma que as observações, entrevistas em profundidade e outros métodos qualitativos nem sempre se traduzem em soluções executáveis. Isso porque, apesar de muitas companhias investirem em equipes multidisciplinares, nem sempre se verifica uma colaboração entre esses profissionais em torno do compartilhamento de uma visão unívoca quanto à experiência do usuário. Para minorar este aspecto, o autor sugere que o designer seja essa figura mediadora entre as partes, buscando tirar o melhor proveito delas. Sobre esse aspecto em especial discorre a dissertação de mestrado de Velcy Soutier da Rosa (2009), intitulada *Design e emoção: a mediação do designer na interpretação dos desejos e necessidades das pessoas*. Essa dissertação, defendida recentemente no Programa de Pós-Graduação em Design (PGDesign) da UFRGS, mostra a importância do elemento emoção dentro das relações estabelecidas entre usuário e objeto, colocando o designer como intérprete dos desejos do primeiro. Desta forma, o designer deve conjugar o conhecimento adquirido junto aos consumidores e seu conhecimento de projeto, buscando formas de conciliar ambas as partes harmonicamente. Para Crossley (2003) o talento chave dos designers é ter uma profunda empatia pelas pessoas para as quais eles projetam. Com relação aos métodos empregados, o autor alerta que as decisões não devem estar apoiadas somente em uma ferramenta; o ideal é uma triangulação de métodos que vá além daquilo que as pessoas relatam ou permitem que seja nelas observado.

Especificamente com relação à seleção de materiais dentro do projeto de design, Karana (2006) afirma que não existe, até o momento, uma fonte que integre características intangíveis dos materiais com a atividade de seleção tangível. Ela complementa que as fontes existentes, cujas bases são da engenharia, não exploram todas as possibilidades para os designers industriais. Fica então um questionamento no ar: sabendo qual mensagem se deseja passar e para quem, como os designers fazem suas escolhas de materiais para os projetos destes produtos? Em seu artigo publicado no 5º Congresso de Design e Emoção, Elvin Karana (2006) exemplifica esta situação e declara, a partir de sua pesquisa, que a maioria dos designers industriais turcos faz suas seleções preliminares dependendo da aparência dos materiais, sejam elas texturas, acabamento final da superfície, cor e todas as propriedades que apelam para avaliações sensoriais. Outro fator de muita importância para estes profissionais é a disponibilidade dos materiais. As propriedades dos materiais e os processos de fabricação também são considerados, ainda na etapa de criação do conceito.

A seleção de materiais apropriada para um produto no design industrial não apenas providencia superioridade técnica, mas também a oportunidade de criar diversos aspectos intangíveis dos produtos, como percepções, associações e emoções. Pesquisas com mais ênfase nas características intangíveis dos materiais e na integração destes aspectos dos materiais nas fontes de seleção de materiais pode prever uma vantagem considerável para a sociedade de design industrial. (KARANA, 2006, p.9)

Em uma cultura global que se orienta pelo visual, há muito que se desenvolver com relação aos outros sentidos. Neste sentido, Niemeyer (2006) escreve que, em comparação ao estudo extensivo em torno dos processos visuais, pouco ainda se sabe sobre as outras modalidades dos sentidos e também sobre como as pessoas percebem os produtos e que significados a eles são atribuídos. A partir deste cenário, esta pesquisa de mestrado é conduzida em torno de um dos sentidos em especial: o tato. Este está entre as vias iniciais de contato que a criança dispõe ao nascer. É através da pele que se estabelece a comunicação primordial entre a mãe e o bebê e é através dela que se recebe o primeiro alimento. Segundo Dondis (1997) a primeira experiência da criança em seu processo de aprendizagem ocorre através da consciência tátil. Desta forma o tato influencia também o desenvolvimento da visão. Perceber através do tato se conecta não somente ao significado de proteção, segurança, mas também aos sentimentos originados dos primeiros instantes no

mundo. A necessidade do toque se mantém muito ativa durante os anos iniciais de vida, quando as crianças procuram tocar em tudo que elas podem, em uma tentativa de ver além da forma, além do visual. A pele permite que sejam reconhecidos os limites que definem onde o corpo termina e é também a interface onde ocorre a comunicação mais preliminar.

Conforme o indivíduo cresce e se desenvolve, o tato acaba sendo limitado a uma participação instintiva, subjacente, sem que muitas vezes se tenha consciência exata de sua extensão. É através deste sentido que se reage, por exemplo, afastando a mão de uma superfície quente antes mesmo da consciência ser ativada. Ao toque é igualmente atribuída a responsabilidade pela aproximação entre as pessoas, por gerar a conotação de intimidade de um ser com outro. Talvez essa condição esteja atrelada ao fato do tato ser o sentido mais extenso do ser humano, recobrando todo o seu corpo e se relacionando a ele de uma forma intrínseca. Segundo Grunwald (2008), não existe na natureza a ausência completa do tato e a vida independente dele seria impossível. Demonstra-se através da pele o que nem sempre é perceptível aos olhos. Damásio (2000) declara que as emoções são principalmente processos mentais não conscientes, estímulos que partindo do cérebro alteram o estado do corpo, batimentos cardíacos, o rubor revelado na pele. A extensão da qualidade do tátil influi de maneiras tão sutis que se pode dizer que se trata de um sentido subentendido e também subestimado quanto a sua possibilidade de interferência na percepção do cotidiano.

Desta forma sugere-se, ao longo desta pesquisa, uma metodologia que avalie, dentro de uma perspectiva tátil, a transição de valores afetivos, subjetivos, a delimitações físicas, como materiais e acabamento. O que normalmente orienta esse tipo de escolha dentro de um projeto, afirma Trujillo (2003), é o conhecimento adquirido com a experiência, a leitura de pesquisas divulgadas na mídia e, principalmente, a intuição de alguns profissionais. A projeção acaba sendo conduzida de forma bastante empírica e fica faltando aos designers uma compreensão de como aplicar o binômio emoção e tecnologia dentro da concepção de novos produtos, declaram Forlizzi, Disalvo e Hanington (2003). Os autores têm consciência de que o designer não pode obter do design de produtos respostas emocionais específicas, mas pode sim criar condições ou alavancas que conduzam a uma experiência pretendida.

Segundo Kunzler (2003), a avaliação sensorial é uma maneira adequada para catalogar as percepções, identificando a diferença entre o estímulo padrão e a variável que será detectada. É através deste tipo de análise que se construiu a metodologia aqui proposta.

Ao tratar de uma metodologia, baseou-se na definição de Cláudio Castro (2006), em que o autor explica que a abordagem metodológica envolve a seleção de qual método ou métodos são os mais adequados e devem ser empregados em uma investigação. Esta pesquisa se concentra, então, em uma proposta metodológica que se utiliza de um método, uma forma de encontrar soluções para um dado problema. Neste sentido concorda também Aidil Barros:

Assim, a Metodologia corresponde a um conjunto de procedimentos a serem utilizados na obtenção do conhecimento. É a aplicação do método, através de processos e técnicas, que garante a legitimidade do saber obtido. (BARROS, c2000, p.2)

Desta forma, propõe-se uma metodologia, pois essa resulta do estudo e avaliação dos métodos disponíveis, identificando suas limitações para o uso que se busca dentro do design.

1.2 Delimitação do Tema

Esta pesquisa se concentra em torno de uma metodologia de aferição de elementos que podem ser percebidos através da apreciação tátil, avaliada de forma singular e não conjugada com os outros sentidos. O trabalho é enriquecido pela combinação de uma análise geométrica da superfície, feita em termos de padrões gráficos e tridimensionais, e uma apreciação dos aspectos perceptivos a ela associados. Demarcou-se avaliar o tato através da medição dos materiais e texturas com que a superfície é feita, investigando sua condutividade térmica, rugosidade e dureza. Estes são três aspectos constitucionais na interação superfície/usuário.

O tema da pesquisa aqui apresentada faz referência à fase inicial do projeto onde o designer deve combinar medidas objetivas e leituras subjetivas da percepção do usuário. Durante o próprio desenvolvimento conceitual de um produto já se deve conhecer

os atributos que este pretende evocar. E como ocorre essa conjugação de medidas objetivas e subjetivas? Escolhas objetivas, como a escolha do material e da textura, devem estar em concordância com o que se espera obter de leitura. Neste momento ocorre uma escolha do modelo conceitual que rege o projeto em questão. Ao ser feita a escolha do material e da textura que será nele aplicada, ocorre a materialização do produto, de forma tridimensional. Aqui o produto vai se relacionar com o usuário. Na finalização do objeto está a superfície, foco deste trabalho. É ela que vai oportunizar a primeira percepção objetiva e subjetiva do objeto. Para contribuir com uma metodologia que contemple este delineamento, delimitou-se trabalhar com uma população de perfil variado, dentro do Rio Grande do Sul, trabalhando com amostras em material metálico, cerâmico, natural e polimérico, os quais foram conformados utilizando diversos métodos de fabricação.

Este estudo se dedica a analisar corpos-de-prova que tenham sofrido algum processo de conformação e onde se utilize a texturização como acabamento da superfície e não corpos-de-prova feitos com materiais em seu estado bruto, como se apresentam na natureza.

1.3 Problema

Como as propriedades e características dos materiais, através dos aspectos físicos reais de uma superfície, considerando especificamente sua condutividade térmica, rugosidade e dureza, se traduzem em relações subjetivas e afetivas ao serem percebidos pelo indivíduo?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Propor uma metodologia para a análise sensorial da exploração tátil da superfície a partir da relação estabelecida entre parâmetros físicos e aspectos subjetivos vinculados aos elementos da superfície de um produto ou objeto.

1.4.2 Objetivos Específicos

Investigar o referencial teórico condizente para a realização dos estudos aqui propostos, de forma a conduzir a uma metodologia de análise de valores atribuídos à superfície dos objetos.

Apontar as etapas necessárias na obtenção de dados para a avaliação das superfícies.

Caracterizar os aspectos técnicos dos materiais e processos de fabricação empregados na confecção dos corpos-de-prova utilizados ao longo desta pesquisa.

Identificar possíveis relações objetivas e subjetivas que podem se estabelecer entre a textura de uma superfície e o material do qual a mesma é feita.

Conduzir experimentos que avaliem a condutividade térmica, rugosidade e dureza dos corpos-de-prova, considerando e correlacionando as possíveis diferenças entre a medição com equipamentos, a medição perceptiva e a avaliação afetiva.

Desenvolver uma metodologia adequada tanto a designers quanto a outros projetistas, que permita a avaliação destes aspectos táteis e que possa ser adaptada para o uso com outros sentidos isoladamente ou em conjunto.

1.5 Justificativa

Com o intuito de tentar garantir que as especificações de um produto permitam sua aceitação dentro de um mercado cada vez mais competitivo e veloz, algumas empresas investem vigorosamente em pesquisas junto aos usuários. Estas pesquisas normalmente trazem como resultado dados que delimitam necessidades e desejos ainda não atendidos pelos produtos à disposição ou ainda mostram como se comporta o produto que é líder de mercado. Conforme Niemeyer (2006), este tipo de pesquisa já faz parte do desenvolvimento de produtos em empresas de grande porte, pois os aspectos emocionais podem ser o fator decisivo quando no momento da decisão de compra.

O desafio de projetar obedecendo às orientações apontadas em um *briefing*, nome dado ao documento onde estão as informações que irão nortear o projeto, conta

muitas vezes apenas com a experiência do designer adquirida a partir de resultados corrigidos através dos erros e acertos. A tradução de valores e conceitos subjetivos em formas e materiais objetivos faz parte da rotina de quem transforma ideias em realidade. Entretanto, para aqueles que não podem contar com a experiência empírica adquirida ao longo de anos de prática e não tem ao seu dispor tempo e capital para lançar “produtos piloto”, a situação se revela um tanto quanto restrita e complicada.

Designers e projetistas em geral devem estar atentos à sua condição de tradutores dos desejos e necessidades do destinatário, tanto em produtos quanto em serviços. Para tanto é necessário estudar as reações destes usuários perante os produtos. Com a formulação de uma metodologia de projeto, em que sejam contemplados indicadores objetivos e físicos, extraídos de técnicas e equipamentos confiáveis de medição dos materiais, e que correlacione estes dados com os valores percebidos e atribuídos pelo usuário, se dá mais um passo em direção à satisfação do cliente.

O recorte realizado neste estudo explora a percepção tátil isoladamente. Essa abordagem é interessante por levantar questões sutis da interação do usuário com a superfície, mas é fundamental ressaltar que o ser humano percebe a realidade utilizando todos seus sentidos concomitantemente. A delimitação da análise exclusiva do tato, dentre os outros sentidos, foi feita também em função da complexidade que envolveria analisar mais de um sentido simultaneamente e identificar qual a participação de cada um na valorização de uma superfície ou objeto. Outro aspecto de interesse em trabalhar exclusivamente com o tato está na intenção de valorizar um sentido que recebe pouca ênfase em projetos de modo geral. Resultados desta pesquisa podem estimular outros estudos que apontem para soluções dentro de tecnologias assistivas e do design universal.

Utilizar uma metodologia que empregue como base o ponto de vista do usuário quanto a aspectos sutis do objeto é um diferencial competitivo já que orienta o projeto para um melhor aproveitamento das potencialidades dos sentidos. Os elementos coletados como índices das sensações e percepções pessoais podem ser aproveitados como indicadores para a representação gráfica e contribuir para o projeto de um produto. O resultado de um percurso metodológico bem embasado pode revelar caminhos para a investigação dos

outros sentidos, visando um estudo global do indivíduo e de sua experiência frente à materialidade do objeto ou do ambiente.

É importante que se disponibilizem técnicas para que as superfícies sejam mais bem planejadas, já que se trata, de modo geral, de uma área ainda pouco explorada. O estudo controlado dos aspectos subjetivos levantados pelos consumidores frente aos produtos disponíveis no mercado é uma etapa importante da pesquisa junto aos usuários. O designer contribui assim para que os usuários possam ter a oportunidade de passar por experiências enriquecedoras quanto à exploração de suas capacidades táteis. Ainda não há uma bibliografia específica sobre como proceder quanto às variáveis táteis dos usuários com relação aos objetos. Espera-se com este estudo instrumentalizar profissionais da área de projeto com ferramentas de pesquisa junto aos usuários para a obtenção de parâmetros específicos quanto à percepção tátil. Promove-se assim uma nova atitude dos projetistas frente aos valores subjetivos identificados pelos consumidores, estimulando o uso benéfico dessas informações quando aliadas ao conhecimento físico e objetivo dos materiais e acabamentos.

No detalhamento deste estudo é possível que se identifiquem caminhos para outros refinamentos de projeto, atingindo níveis de análise que talvez não tenham sido ainda totalmente explorados e que possam promover resultados de sucesso. Espera-se que a metodologia aqui proposta possa vir a ser posteriormente retrabalhada ou utilizada como referência para o estudo e aplicação nos outros sentidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Homem*

Ao refletir sobre a ação do designer como gerador de interfaces é natural que se alcance um limiar de consenso: o homem é o objeto e objetivo desta atividade. É em função deste, e de sua percepção do mundo, que são produzidos objetos e realidades, que se altera a natureza e se conforma a matéria. Compreender o humano, suas capacidades e limitações, não somente faz parte de projetos bem desenvolvidos e executados como também pode ser um caminho para alcançar uma realidade ecologicamente mais sustentável.

Desenvolver pesquisas junto aos destinatários em potencial, e conhecer assim o público a quem se dirige o produto, é uma das etapas básicas dentro da realização de um projeto bem executado que conduza a bons resultados quanto à satisfação do usuário. Segundo Meira (2005), a empresa que realmente compreender como os consumidores irão reagir a diferentes características do produto, preço e apelos de publicidade, terá uma grande vantagem sobre as demais.

Neste sentido, buscando “desvendar” o homem, são conduzidas extensas pesquisas no intuito de acessar, com a maior precisão possível, os desejos dos possíveis consumidores, a relação de causa e efeito que existe entre os estímulos projetados e as reações daí observadas (MATTAR, 1999; MEIRA, 2005). Tais estudos se apoiam em conceitos captados de diversos campos do conhecimento, tais como Sociologia, Psicologia, Marketing, Antropologia e Semiótica. Mesmo assim, e apesar do esforço de diversos autores na tentativa de mapear as reações humanas, afirma Meira (2005), ainda não se sabe tudo a respeito dos reais motivos que impulsionam o consumidor, em função da complexidade e mutação das influências externas e internas. Essa sonhada previsibilidade do comportamento, que pode ser atingida até certo nível, não deve afastar o designer da consciência de que a complexidade é intrínseca a natureza humana.

2.1.1 Corpo e Mente

Separar a mente do corpo é um conceito bastante difundido e que tem sua força nos pensamentos propostos por René Descartes, no século XVII. A filosofia apontada por Descartes é o dualismo, ou seja, a ideia de que a mente e o corpo são entidades distintas. Qualquer tipo de dualismo é firmemente rechaçado pelos psicólogos fisiológicos atuais, esclarece Bridgeman (1991), mas na época de Descartes representou um enorme passo adiante no conhecimento do homem.

Buscando questionar a dicotomia entre mente e corpo, o neurologista António Damásio (1996) escreve um livro intitulado “O erro de Descartes”, no qual critica o pensamento dualista cartesiano que influenciou e ainda influencia as ciências e as humanidades no mundo ocidental. O autor esclarece que estas duas entidades encontram-se indissociavelmente integradas por circuitos bioquímicos e neurais recíprocos dirigidos um para o outro. Nervos e sangue são as duas vias que geram essa interconexão. Desta forma, se o corpo e a mente interagem intensamente entre si, o organismo que eles formam interage de forma não menos intensa com o ambiente que o rodeia. A sobrevivência do homem depende de uma condição favorável, a qual está sempre sendo buscada, consciente ou inconscientemente. Desta forma não se pode separar consciência de emoção: o corpo, que pode ser visto como o palco das emoções, e a mente, sede da consciência, trabalham juntos para garantir a manutenção da espécie humana (DAMÁSIO, 2000).

As relações estabelecidas no corpo são mediadas pelo movimento do organismo e pelos aparelhos sensoriais (DAMÁSIO, 1996). Os sentidos participam ao homem o seu estar no mundo. No cérebro estas informações podem ser elaboradas de diferentes formas. Segundo Donald Norman (2004), este processamento de informações pode ser dividido em três níveis distintos: um nível automático, também chamado de nível visceral, um nível comportamental, que coordena o comportamento diário, e um nível reflexivo, contemplativo, onde atua a memória e a avaliação do pensamento consciente. Os sentidos informam de maneira direta o nível comportamental e visceral, enquanto o nível reflexivo controla a situação. Normalmente estes níveis interagem entre si e desta combinação resultam as reações particulares de cada indivíduo.

O corpo sofre a experiência e repassa ao cérebro, onde serão montadas imagens do que está acontecendo. É uma condição humana estar submerso na produção destas imagens. No cérebro elas serão combinadas com as memórias construídas através das experiências. Segundo Izquierdo (2002), memória é a aquisição, conservação e evocação de informações. A combinação das informações, conscientes ou não, se traduz no pensamento criativo enraizado no imaginário. Imaginação e entendimento não são absolutamente distintos, afirma Sartre (2008). Conforme descrito por Aumont (1993), o imaginário é o domínio da imaginação, compreendida como capacidade criativa, produtora de imagens interiores que podem ser eventualmente exteriorizáveis. Sendo assim, podem-se apontar as imagens como produtos do imaginário. A imaginação é a capacidade de buscar no imaginário as formas que serão moldadas como imagens. É a partir da combinação destas imagens interiores e exteriores que se constroem as emoções suscitadas pelos objetos.

2.1.2 Emoções

Considera-se que as emoções são o resultado de mudanças nos estados do próprio corpo (BRIDGEMAN, 1991; DAMÁSIO, 1996). As emoções estão integradas na tarefa cerebral de organizar respostas eficientes aos desafios propostos pelo ambiente; é uma forma de ativação dos sistemas motivacionais, cujo acionamento visceral participa da preparação para a ação (BRIDGEMAN, 1991; DAMÁSIO, 2000). Presume-se que as emoções básicas sejam universais, de base biológica, presentes desde a infância e associam-se com ações primitivas e expressões faciais (CHRISTIANSON, 1992). Para Daniel Siegel (2004), as emoções representam processos dinâmicos criados no seio de processos de apreciação de valores, os quais são socialmente influenciados. Para ele, é necessário pensar na mente individual inserida no contexto das relações humanas e não isolada de seu significado social.

Existem calorosos debates entre os neurocientistas acerca da natureza das emoções no cérebro, escreve Siegel (2004). Inicialmente acreditava-se que as emoções fossem produzidas em uma parte do cérebro chamada sistema límbico, também chamado de “primitivo” ou “reptiliano antigo”. Entretanto, ressalta o autor, o que se confirmou com o tempo é que a emoção se encontra ao longo de todo o cérebro, regulando os processos da mente. Já de acordo com Damásio (2000), os mecanismos produtores de emoções localizam-

se nas regiões subcorticais do cérebro, mas utilizam o corpo para projetar-se. Posto isto, o autor coloca que as emoções podem alterar tanto o corpo como a mente.

Antonio Damásio (1996) usa o termo sentimento para falar da percepção de todas as mudanças que constituem a resposta emocional e explica que todas as emoções originam sentimentos, mas nem todos os sentimentos provêm de emoções. Os sentimentos que não tem origem na emoção o autor chama de sentimentos de fundo e são como que uma imagem do panorama do corpo quando esse não se encontra agitado pela emoção. A emoção é um conjunto de mudanças que ocorrem, tanto no corpo como no cérebro, e que normalmente são originadas por um determinado conteúdo mental. Já o sentimento seria a percepção dessas mudanças.

Muitos autores apontam o estudo da emoção como sendo a chave para o design de produtos. A forma como uma pessoa vai reagir, quais serão suas respostas emocionais, é objeto de estudo por si só e não simplesmente um efeito colateral de outra função do produto, escrevem Hekkert e Mcdonagh (2003). As emoções são uma parte integral das nossas experiências diárias, afirma Stein et al. (1997), o que faz dela um objeto de estudo primordial para a compreensão do comportamento humano.

Todas as coisas materiais evocam emoções, fortes ou sutis, positivas ou negativas, conscientes ou inconscientes, declara Damásio (1996). De acordo com este autor, é muito difícil imaginar objetos emocionalmente neutros porque conforme as pessoas se desenvolvem, os objetos ao redor têm uma propensão a perder sua inocência emocional. As emoções estão intimamente vinculadas aos valores subjetivos, alguns dos quais são construídos através da história individual, outros são fruto de um aprendizado cultural e por fim existem ainda aqueles que são compartilhados por toda a humanidade.

A qualidade emocional de uma experiência é o resultado de uma combinação de muitas emoções que transitam e transformam-se mutuamente. A verdadeira descrição da qualidade emocional da experiência, segundo Forlizzi, Disalvo e Hanington (2003), é uma reflexão unificadora sobre a experiência ao longo do tempo. Desta forma, argumenta o autor, nenhum atributo formal (tal como material, forma ou cor) pode ser atribuído como causador de uma resposta emocional específica, criando um desafio para o estudo do design

e emoção, que pode ser trabalhado junto ao estudo profundo da natureza e os tipos de respostas emocionais. Este estudo é importante, pois o estado causado pela emoção modela a informação que se recebe do ambiente e a maneira como a pessoa se relaciona com o estado real ou imaginado do mundo.

2.1.3 Sentidos

Conhecidos também como “janelas do corpo”, os sistemas sensoriais realizam a tarefa extraordinária de manter o cérebro constantemente informado acerca do mundo externo (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1997). Os sentidos são estes instrumentos através dos quais o indivíduo consegue acompanhar a realidade que se desenvolve a sua volta. A Psicofísica ocupa-se de estudar os sentidos e as suas capacidades no homem.

Dutcosky (2007) afirma que as informações provenientes das cinco vias sensoriais são detectadas no cérebro simultaneamente e há sempre interações e associações psicológicas. A autora assegura ainda que existem diferenças na sensibilidade individual para cada um dos sentidos, conferindo a cada pessoa uma visão única do mundo e da realidade. A personalidade, a estrutura cultural, o nível social e a educação são apontados pela autora como sendo elementos que reforçam o estado único em que cada sujeito se encontra.

Os sistemas sensoriais recolhem padrões de energia do mundo externo e extraem informações úteis para guiar o comportamento. Geralmente a informação passa por três etapas para que possa ser útil, identifica Brigdman (1991). Em primeiro lugar, é transformada mediante um processamento nervoso que tem lugar nos órgãos periféricos. Em segundo lugar, é traduzida a potenciais graduais. Finalmente, os sinais são processados pelo sistema nervoso.

Embora a ideia de que o ser humano é dotado de cinco sentidos ainda seja difundida popularmente, um conceito que remonta ao tempo de Aristóteles, as pesquisas fisiológicas identificam um número bem maior deles. Estes sentidos podem ser classificados de diferentes formas. Para Pisani et al. (2000), são dez categorias: visão, audição, olfato, paladar, tato, frio, calor, dor, cinestesia e equilíbrio. Outra possibilidade é apontada por

Durie (2008), que os classifica segundo a natureza do estímulo: mecânico (tato e audição), luminoso (visão) e químico (gustação, olfação).

O elemento que realmente define cada sentido é o conjunto de células especializadas que reagem a um tipo diferente de energia. É evidente que o número e a intensidade de experiências sensoriais dependerão de muitos fatores, dentre os quais o bom e o mau funcionamento dos órgãos dos sentidos. Além disso, o indivíduo não toma consciência de todos os estímulos recebidos pelos seus órgãos dos sentidos. A atenção é o principal processo que determinará quais os estímulos que devem ser selecionados para então serem percebidos (PISANI et al., 2000).

Conforme pesquisa desenvolvida por Martin Lindstrom (2007), os sentidos das pessoas estão mais sintonizados para detectar o perigo do que orientados para expectativas de prazer sensorial. O autor questiona o motivo que levou o tato, o paladar, a audição e o olfato serem negligenciados pelo mercado e relegados aos seus papéis naturais de proteção. Segundo o autor, 37% dos entrevistados mencionaram a visão como o sentido mais importante na avaliação do ambiente. Este sentido foi seguido nos resultados pelo olfato, o qual foi citado por 23% dos entrevistados, enquanto o tato ficou com o valor mais baixo da escala. De modo geral, entretanto, as diferenças entre os sentidos foram pequenas, levando o autor a concluir que os cinco sentidos são importantes em qualquer forma de comunicação e experiência de vida.

2.1.3.1 Tato/Pele

A influência do tocar e ser tocado conduziu pesquisas em diversas áreas do conhecimento. Enquanto na visão é possível estudar a ausência e a presença deste sentido, no tato, por sua extensão fisiológica, fica difícil isolar suas variáveis ou até mesmo eliminá-las (ACKERMAN, 1993). Ao contrário dos outros sentidos, no tato não há um órgão sensorial definido ou nervos específicos, como no caso do olho e o nervo ótico, explica Schmidt (1980). Nos humanos, o tato é uma via sensorial por onde trafegam informações e percepções capazes de amplificar os outros sentidos e facilitar processos cognitivos (KNOBBE, 2004). Entre outras coisas, o tato ensina a diferença entre o interno e o externo, entre o “eu” e o “outro”.

O tato é o primeiro sentido que se desenvolve no ser humano, por isso pode-se dizer que é o sentido mais antigo e o mais urgente. Colaborando com esta ideia, um estudo realizado no Hospital de Maternidade de Cambridge, Inglaterra, comprovou que bebês prematuros que eram colocados sobre uma manta de lã durante o dia, aumentavam seu peso, em média, quinze gramas a mais que o usual, não em função do calor extra, mas em função da estimulação tátil (ACKERMAN, 1993).

Se a estimulação tátil for totalmente eliminada por um período muito longo, principalmente durante o desenvolvimento inicial, o cérebro e o corpo do animal não se desenvolvem normalmente. Em experimentos realizados com primatas na Universidade de Illinois, os investigadores descobriram que a falta de contato produzia danos cerebrais (ACKERMAN, 1993). Muitos pesquisadores concordam que o contato corporal precoce influi na inteligência e no crescimento social e emocional (GRUNWALD, 2008).

O que popularmente se chama de sentido do tato, corresponde ao sistema sensorial somático, ou somatossensorial. Este sistema é composto por uma variedade de terminações nervosas especializadas, distribuídas por todo o corpo e que processam diferentes tipos de estímulos. Identificam-se três qualidades cutâneas básicas em função das terminações nervosas que respondem aos seguintes tipos de estímulos: a pressão ou tato (deformação da pele provocada pela estimulação mecânica), a temperatura (estímulos frios ou quentes) e o dano mecânico, químico ou térmico infringido ao tecido (gerando a dor) (SCHIFFMAN, 2005; BRIDGEMAN, 1991; SCHMIDT, 1980) Somada a isso, pode-se apontar ainda a propriocepção dos membros, provocada por deslocamentos mecânicos dos músculos e das articulações. Essas sensações são combinadas para produzir experiências sensoriais mais complexas, como por exemplo, a estereognosia, onde tato e propriocepção da mão são combinados para produzir a sensação da forma tridimensional de um objeto apreendido (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1997).

A pele, onde se localizam as terminações nervosas do sistema sensorial somático, é o órgão mais extenso do corpo, cobrindo-o totalmente, e também o mais pesado, chegando a representar 15% do peso corporal. A pele é também o órgão sensorial mais versátil do corpo, servindo como um escudo flexível e continuamente renovável contra uma série de agentes estranhos e ferimentos mecânicos. Entre suas principais funções, a

pele é responsável por proteger os tecidos internos, reter fluidos vitais do corpo, entre eles nutrientes, servir de barreira contra radiações do sol, controlar e estabilizar a temperatura corporal, regulando inclusive a pressão e direção do fluxo sanguíneo e também conter terminações nervosas sensitivas (SCHIFFMAN, 2005).

O efeito sensorial da estimulação da pele é denominado sensibilidade cutânea. Sentimos um estímulo tátil na mão quando uma população de receptores do tato produz uma descarga de potenciais de ação nas fibras aferentes da mão. Estes fazem com que certas populações de células descarreguem nos núcleos dorsais da medula, no tálamo e em várias áreas conectadas do córtex. A rede de fibras somatossensoriais parece muito intrincada, porém sua estrutura lógica é simples. Os sinais traduzidos na pele se transmitem sem sinapses ou outras interações diretamente ao sistema nervoso central (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1997; BRIDGEMAN, 1991).

A superfície da pele não é uniformemente sensível à estimulação. Embora toda a superfície exterior da pele possa responder à pressão ou ao toque vindo do ambiente, a maior sensibilidade tátil fica por conta das partes do corpo voltadas para a orientação e para a exploração – as mãos e os seus dedos, partes da boca e a ponta da língua. Estes locais encontram-se revestidos de uma pele sem pelo, ou pele glabra, que, apesar de ser mais espessa, é especialmente sensível em função da grande densidade de inervação. (SCHIFFMAN, 2005; BRIDGEMAN, 1991).

Do ponto de vista anatômico, na pele existem duas grandes classes de receptores: terminações nervosas livres e órgãos terminais encapsulados, conforme descrito por Bridgeman (1991). As terminações nervosas livres – prolongações nervosas que chegam até a pele – são, talvez, os receptores mais sensíveis do corpo. Os órgãos terminais encapsulados são estruturas especializadas associadas com terminações nervosas somatossensoriais. Aparecem sob uma ampla variedade de formas e se dividem em quatro grupos principais: corpúsculos de Pacini, corpúsculos de Meissner, bulbos terminais de Krause e discos de Merkel. A estrutura da pele e seus sensores estão representados na Figura 1:

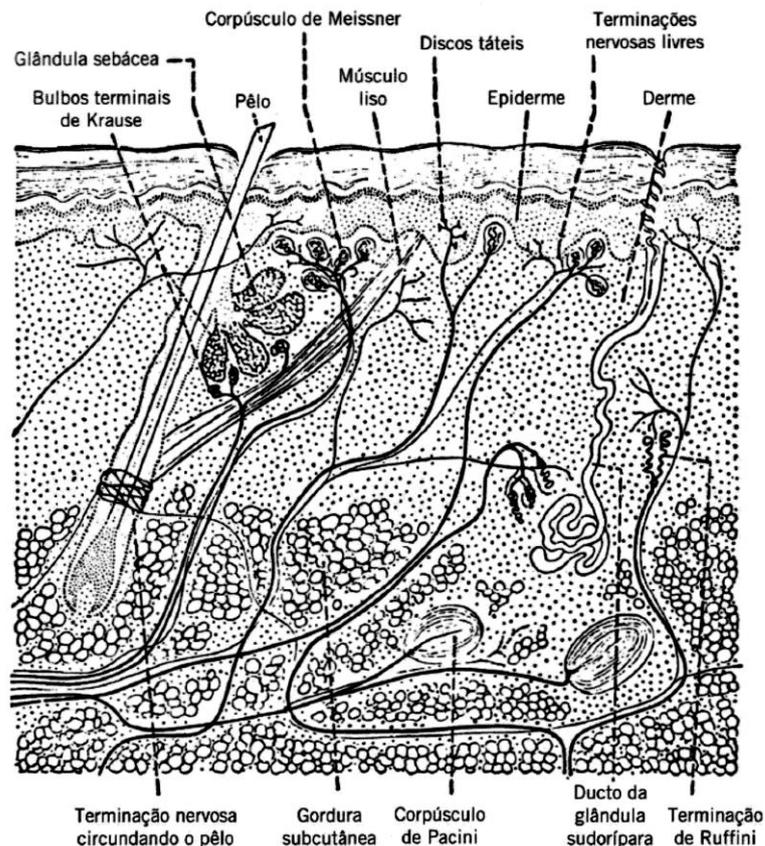


Figura 1: Estrutura da pele humana com seus sensores.

Fonte: SCHIFFMAN, 2005.

Contribuindo com esta imagem, pode-se esquematizar um pequeno resumo dos diferentes sensores, segundo Levine (2000) e Bridgeman (1991):

- Corpúsculos de Pacini: terminações nervosas encapsuladas por tecido conectivo, disposto em camadas como uma cebola, fazendo com que seja sensível somente às mudanças de pressão. Também funcionam para o sentido cinestésico. Estão embutidos mais profundamente na pele glabra, abundantes nas mãos e nos pés.
- Corpúsculo de Meissner: também presentes na pele glabra em camadas mais superficiais da pele. Detectam pressões de frequência diferente.
- Bulbos terminais de Krause: terminações de fibras não mielizadas enroladas como novelos de fio. Sensíveis ao frio.

- Terminação de Ruffini: localizados mais abaixo na pele são sensíveis ao calor.
- Folículo piloso: apresentam terminações nervosas associadas.
- Terminação nervosa livre: dendritos livres sensíveis à dor e temperatura.
- Discos de Merkel: células epiteliais planas mais superficiais que são mecanorreceptores de adaptação lenta, sensíveis ao tato e pressão.

Para Bridgeman (1991), o tato e a pressão parecem estar associados com as terminações encapsuladas enquanto que a temperatura e a dor seriam transmitidas pelas terminações livres. O autor declara que essas generalizações não são sempre certas, pois muitas fibras respondem a vários tipos de estímulos. Associar órgãos terminais específicos com sensações específicas não é uma certeza. Há teorias de que todos os receptores sejam examinados pelo cérebro simultaneamente ou então de que os receptores estejam migrando constantemente na pele devido ao desaparecimento e substituição contínua das células epiteliais.

Quando se observam pessoas examinando as texturas de um material, é possível identificar que elas sempre movem os extremos de seus dedos sobre a amostra. A rugosidade excita os receptores vibratórios quando ocorre o movimento dos dedos, assim como na identificação da dureza e da forma, que são mais bem percebidas durante o movimento. O ser humano, afirma Bridgeman (1991) é materialmente incapaz de sentir os sapatos em seus próprios pés quando estes estão imóveis, porque os receptores deixam de responder a uma pressão constante. Todos os receptores sensoriais se adaptam eventualmente à estimulação constante: o potencial do receptor invariavelmente diminui de amplitude em resposta a um estímulo que persiste (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1997). Da mesma forma, Mueller (1966) escreve que a percepção de “calor”, “frio” ou “neutro” depende do estado do sistema sensorial do indivíduo no momento da apresentação do estímulo.

O limiar de percepção para os estímulos de natureza mecânica depende muito do método de aplicação do estímulo, alega Schmidt (1980). Seguindo um método antigo,

com aplicação de fios de cabelo e cerdas, se verificou que os estímulos de pressão discretos, que estão dentro de uma faixa de 0,1 a 0,5g, são percebidos apenas em alguns pontos da pele, denominados pontos táteis. Os dedos são uma região do corpo dotada de grande número de pontos táteis em comparação com braços, costas e pernas, por exemplo.

Para avaliar a termorrecepção deve-se considerar a sensibilidade térmica da pele, que compreende duas modalidades: a sensibilidade para o frio e a sensibilidade para o calor. Schmidt (1980) afirma que os tempos de reação revelam uma maior velocidade de condução para as sensações de frio do que para as sensações de calor. Para Schiffman (2005), não existe um receptor térmico único e especializado. No entanto, geralmente se aceita que uma forma de terminação nervosa livre (que também é o principal receptor para a dor) faça a mediação das sensações térmicas. Os receptores para o frio se situam relativamente próximos à superfície cutânea. O autor acredita que talvez isso justifique a observação de que os objetos frios pareçam ser ligeiramente mais pesados que os quentes.

De acordo com Lindstrom (2007) existem cerca de 50 receptores por cada 100mm², cada um contendo 640 mil microrreceptores dedicados aos sentidos. Com o envelhecimento humano esses números diminuem e se perde lentamente a sensibilidade, acusada primeiramente pelas mãos. No entanto, a necessidade de toque não diminui e está disponível no corpo muito mais do que para detectar o perigo. O autor declara que o estímulo do toque é indispensável para o crescimento e desenvolvimento do ser humano, sendo também um alerta para sua satisfação e prosperidade.

2.1.3.2 Texturas e subjetividade

Segundo Bruno Munari (1968) as texturas são compostas por muitos elementos iguais ou similares, os quais são dispostos a igual distância entre si sobre uma superfície bidimensional ou com baixo relevo. Entretanto, sabe-se que as texturas não necessariamente são compostas por elementos iguais ou similares e tampouco necessitam estar à igual distância entre si para que sejam percebidas como tal.

A textura se oferece como uma interface para a subjetividade não somente através do tato como também pela visão e pelos sensores táteis associados ao paladar. Ruiz

(1994) afirma que a textura pode ser apreciada mediante o sentido do tato e o da visão, ou através de ambos de uma vez.

A textura pode ser percebida muitas vezes como um fator diferencial, apesar de ser mais uma variável dentro do processo de concepção formal e raramente ser desenvolvida como um alvo por si só, mas sim como consequência das características intrínsecas do projeto e sua tecnologia. Considerando que cada material possui uma textura diferente segundo sua natureza – proveniente da natureza ou resultado de processos de fabricação – e segundo sua composição física, pode-se ainda trabalhar com uma variedade notável de possibilidades de texturização, das quais o designer deve estar ciente para que possam ser postas a serviço de uma expressão visual e tátil de excelência.

2.1.4 Sensações e Percepções

A consciência do que é o “mundo” e a “realidade” é uma construção constante, baseada naquilo que os sentidos e a percepção humana são capazes de informar. Essa construção de imagens mentais é feita a partir do que foi percebido em associação com a memória e o raciocínio. O ser humano não sabe, e é improvável que alguma vez venha a saber, o que é a realidade “absoluta”, escreve Damásio (1996). Os sentidos são os mecanismos que detectam a energia dos estímulos externos, sendo sobre essa base que se constrói um panorama e se avalia a realidade ambiental. A partir destas informações detectadas, o cérebro constrói uma representação interna dos eventos físicos externos. Na realidade, as percepções diferem qualitativamente das propriedades físicas dos estímulos, pois o sistema nervoso extrai apenas certas informações de um estímulo e despreza outras informações, e então interpreta essas informações no contexto da experiência já adquirida. Assim, as percepções não são registros diretos do mundo, mas são construídas internamente de acordo com regras inatas e limites impostos pelas capacidades do sistema nervoso (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1997), os quais interagem com as experiências individuais coordenadas pela cultura em que o sujeito se insere.

Diversos autores concordam que a sensação e percepção estão coligadas em um processo único, contínuo e complexo, em que o ser capta os estímulos do ambiente, transformando-os em cognição, como meio de facilitar suas respostas adaptativas (DEMBER,

1990; PISANI et al., 2000; IIDA, 2005). De acordo com Dutcosky (2007) a diferença encontrada entre sensação e percepção é semelhante àquela que ocorre entre “olhar e ver” ou “escutar e ouvir”. De qualquer forma, é interessante identificar em quais pontos cada uma se difere e se especializa.

A sensação está vinculada a um primeiro contato entre o indivíduo e o seu entorno. Ela se refere ao processo inicial de captação e codificação da energia ambiental, disponibilizada pelos sentidos (SCHIFFMAN, 2005; LEVINE, 2000; PISANI et al., 2000; IIDA, 2005). A intensidade ou quantidade de sensação depende da força do estímulo. O estímulo mais fraco que pode ser detectado é chamado de “limiar sensorial”, o qual não é invariável; podendo ser influenciado pela experiência, fadiga ou pelo contexto no qual o estímulo é apresentado (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1997). É interessante lembrar também, conforme descrito anteriormente na seção sobre os sentidos, que todos os receptores sensoriais se adaptam à estimulação constante.

A percepção, por outro lado, está mais relacionada à interpretação, aos resultados decorrentes dos processos psicológicos nos quais significado, relações, contexto, julgamento, experiência passada e memória desempenham um papel importante (LEVINE, 2000; PISANI et al., 2000; IIDA, 2005; ASHBY; JOHNSON, 2002). A percepção é o “valor agregado” que o cérebro organizado confere aos dados sensoriais brutos, afirma Durie (2008). Desta forma, a capacidade perceptiva do sujeito está sempre sendo ampliada através de suas sensações.

A percepção ocorre quando o observador toma consciência da sensação. Neste sentido, a atenção é uma condição essencial para que haja uma percepção, pois através dela se faz a seleção dos estímulos (PISANI et al., 2000). Certamente o estado psicológico de quem percebe é também um fator determinante da percepção. Apesar de parecer que a sensação ocorre como uma experiência constantemente consciente, nem todas as informações sensoriais chegam à consciência (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1997). A partir da consciência é que se pode identificar o sentimento, o qual por fim deve provocar uma ação e gerar uma nova experiência.

Segundo Chauí (2003), a palavra percepção deriva de *percipio*, a qual se origina em *capio*: agarrar, prender, tomar com ou nas mãos, empreender, receber, suportar. A autora indica que, a partir desta etimologia, parece que o conceito de percepção está enraizado no tato e no movimento, não sendo, então, por acaso, que as teorias do conhecimento sempre a considerassem uma ação por contato, pois os sentidos precisam ser tocados (pela luz, pelo som, pelo odor, pelo sabor) para sentir.

De uma maneira mais sintética, pode-se colocar a percepção como sendo um fenômeno resultante da mistura de estímulos externos e internos. Os externos são aqueles propostos pelo entorno, pelos objetos, enquanto que os internos são as memórias que as pessoas trazem. Reportando os resultados obtidos a partir da sua pesquisa, Elvin Karana (2006) certifica que todos os entrevistados enfatizaram que as associações baseadas em sua bagagem cultural e suas experiências passadas com os produtos são efetivas nas suas preferências de produtos e materiais, levando-as a perceber um material como mais valioso do que outro.

Esta condição deve ser levada em conta quando o objetivo é identificar quais são os elementos que pertencem ao indivíduo e quais pertencem ao ambiente ao seu redor. Daniel Siegel (2004) afirma que a realidade interna é construída pelo cérebro enquanto interage com o momento presente, tendo como contexto suas experiências passadas e expectativas para o futuro. Segundo o mesmo autor, esta é a razão pela qual cada pessoa experimenta uma forma única de imaginar o mundo. As imagens arquivadas na memória, ou como descrito anteriormente, no imaginário, contribuem para que a percepção seja um processo extremamente individualizado e em constante renovação.

A mente constrói a realidade perceptiva a partir de segmentos de informações selecionadas que recebe através dos sentidos, em combinação com processos mentais extremamente subjetivos e sensíveis ao contexto, tais como modelos mentais e a influência da emoção. (SIEGEL, 2004, p. 220)

Em artigo publicado na quinta Conferência de Design e Emoção, Karana e Kesteren (2006) sustentam que as experiências são compostas por uma série de dimensões, dentre elas os materiais, o uso e a função assumida. Essas experiências são únicas: o que se

pode identificar como sendo universal a todos os sujeitos é a maneira como as emoções são geradas pelo corpo, uma característica intrínseca ao ser humano.

lida (2005) ressalta alguns desvios introduzidos pela percepção humana:

- Simplificação: as pessoas simplificam a realidade em função da reduzida capacidade de memória de curta duração.
- Tendência conservadora: as pessoas tendem a conservar as hipóteses iniciais de trabalho.
- Tendência central: as pessoas tendem a superestimar as probabilidades de baixíssima frequência e subestimar aquelas de alta frequência.
- Predominância de fatos mais recentes: os fatos mais recentes tendem a predominar sobre aqueles mais antigos, mesmo que estes tenham sido mais intensos ou mais graves.
- Influência de fatores estranhos: alguns fatores aparentemente sem ligações entre si podem aparecer correlacionados.
- Preferência do observador: o observador manifesta preferência por objetos visualmente salientes e que se encontrem no centro de seu campo visual.
- Utilidade marginal decrescente: a utilidade, ou seja, os valores subjetivos de ganhos ou perdas, não se relacionam linearmente com seu valor objetivo. O sentimento de utilidade é relativamente maior para perdas maiores.

A pessoa não escolhe nenhuma dessas tendências, elas fazem parte do processo de percepção humana.

2.1.5 Significação

O homem é um ser que está constantemente, através de sua percepção, interpretando o ambiente ao seu redor e lhe conferindo significados. A teoria semiótica permite ao designer que este compreenda melhor as mensagens, os modos como estas se articulam e os procedimentos e recursos nela utilizados, declara Santaella (2002). O estudo da Semiótica é, portanto, uma necessária contribuição ao processo de projetar do designer, pois, conforme Niemeyer (2006), ela ilumina o processo no qual ocorre a construção da significação. A autora destaca ainda o quão importante é a compreensão que os designers devem ter com relação ao destinatário para quem eles projetam, que é o intérprete e não apenas o seu contratante. Para analisar as imagens geradas a partir da experiência do usuário, o designer conta então com o aporte da Teoria Semiótica, desenvolvida por Charles Sanders Peirce.

Para Peirce (2008) todos os fenômenos, ou seja, tudo aquilo que se apresenta à mente, à percepção, são compostos de três elementos: a qualidade, a relação e a representação. Estes elementos estão correspondentemente expressos nas suas categorias universais de primeiridade, secundidade, terceiridade, as quais se vinculam com aspectos da percepção por parte do usuário.

A categoria de primeiridade está relacionada à qualidade de sentimento presente nas coisas, puro e simples, sem maiores reflexões a respeito. Dentro do panorama deste trabalho, ela refere-se à qualidade das superfícies de forma mais pura, seus materiais sem interpretações posteriores ou associativas. Já a secundidade seria o campo das reflexões, uma sequência para a primeiridade. Esta definição teria correspondência na confecção das amostras, por exemplo, o estudo da interação com os usuários, a investigação dos resultados alcançados em termos de linguagem. Como secundidade participam também os testes de verificação, as tentativas de acerto e reconhecimento dos erros que decorrem do processo de pesquisa. Todos estes elementos passam pela secundidade, sua ação e reação.

O terceiro momento é aquele em que ocorre uma aprendizagem, uma generalização, o estabelecimento de regras, a memória e a representação. Por fim, a

terceiridade ficaria como as considerações finais deste trabalho. Aqui será estabelecido o método utilizado bem como sua validade para o estudo proposto a partir da articulação dos dados levantados, confrontando-os com as informações estudadas previamente. A terceiridade compreende a implementação de uma nova linguagem, composta de estímulos além dos visuais.

A forma mais simples de terceiridade, segundo Santaella (2002), é o signo. O signo é algo que está no lugar, representa outra coisa. A partir do estudo do signo, Peirce define novamente três teorias, que se relacionam com suas categorias universais: a significação, a objetivação e a interpretação. A partir da qualidade (primeiridade) do signo por si só, advém uma teoria das potencialidades e limites da significação. No entender de Blikstein (1993), é necessária uma dimensão anterior à própria experiência verbal para a detecção da origem do significado. Essa dimensão, o autor chama de percepção-cognição, onde justamente se fabricam os referentes, objetos mentais, unidades culturais; estes é que, embora desprovidos de um estatuto linguístico propriamente dito, condicionarão o evento semântico. Seria na percepção-cognição, portanto antes mesmo da própria linguagem, que estariam as raízes da significação. Para mover-se no tempo e no espaço de sua comunidade, o indivíduo estabelece e articula traços de diferenciação e de identificação, com os quais passa a discriminar, reconhecer e selecionar as cores, as formas, as funções, os espaços e tempos necessários à sua sobrevivência. Este é o ponto onde emerge a semiose: os traços ideológicos desencadeiam o desenho de “corredores” semânticos, por onde vão fluir as linhas básicas de significação (BLIKSTEIN, 1993).

Seguindo em direção à relação (secundidade) do fundamento com o objeto, o contexto do signo, se extrai uma teoria de objetivação, que estuda todos os problemas relativos à denotação, à realidade e referência. Finalmente, da relação do fundamento com o interpretante é possível derivar uma teoria da interpretação, com as implicações quanto aos seus efeitos sobre o intérprete, que pode ser individual ou coletivo.

O estudo das teorias peirceanas permite aprofundar os conceitos que permeiam as ações, que ocorrem dentro da mente, as atribuições de significado aos objetos e os aspectos cognitivos da percepção. A partir do estudo e compreensão das categorias sobre as

quais as experiências se estruturam é possível ampliar o entendimento das relações afetivas que se criam continuamente por meio dos objetos.

2.2 Objeto

O ser humano é concebido, cresce e se desenvolve em constante relação com objetos. Etimologicamente, a palavra *objectum* significa lançado contra, coisa posta diante do indivíduo com um caráter material (MOLES, 1974). Os períodos históricos, as grandes fases do desenvolvimento da cultura, estão sempre associados a um tipo de material ou objeto, escreve Coelho (2006).

Os objetos são instrumentos para alcançar a satisfação de necessidades e desejos de diversas ordens, exercendo diversas funções dentro das relações que se desenvolvem ao seu redor, tanto provocando experiências novas como evocando memórias do passado. Segundo Ashby e Johnson (2002), para que um produto seja bem sucedido ele deve funcionar propriamente, deve ser fácil e conveniente de usar e deve ter uma personalidade que satisfaça e dê prazer. Löbach (2001), assim como Maillet, Guenand e Lenay (2006) sintetizam as funções do objeto em três: prática, estética e simbólica, tendo, esta última, recebido bastante ênfase nos estudos com os consumidores. Segundo Kurtgözü (2003), atualmente os objetos não são mais tidos como meros instrumentos, mas considerados como fim em si mesmos.

A postura de investimento afetivo no objeto, que é de ordem individual, ganha força no pós-guerra, como reação ao racionalismo exacerbado predominante no século XIX e primeiras décadas do século XX e à postura estruturalista vigente até meados do século recém findo, escreve Coelho (2002). O objeto passa a participar de um sistema de posse, de domínio sobre o mundo, catarse do desejo, depósito de sonhos e compensação da frustração. Ele faz a mediação entre o indivíduo e a sociedade, registra Vera Damazio (2006), sendo a base do valor do trabalho e a marca do *status* de seu possuidor. Ao mesmo tempo em que individualiza seu usuário ou possuidor na representação simbólica, o objeto também serve de amálgama social, isto é, ao mesmo tempo em que difere e personaliza, liga o indivíduo ao social justamente a partir do reconhecimento do apreço ao objeto pelo grupo (COELHO, 2002).

Essas relações e evocações são portadoras fundamentais da identidade pessoal e social do destinatário do produto. Com elas o ser humano re-constrói, a cada momento, a sua leitura do mundo, expressa Lucy Niemeyer (2006). A autora alerta que fazer design é mais do que projetar produtos: é resolver problemas de diálogo do ser humano com os outros e consigo mesmo, que se deem por meio destes produtos. Desmet (2003) aponta que a qualidade emocional ou de experiência geradas pelo objeto tem se tornado um fator de diferenciação no mercado, pois os produtos são frequentemente semelhantes no que diz respeito às características técnicas, qualidade e preço. O designer deve ter as questões de significação sempre presentes, evidenciadas através de um design mais colaborativo, onde se podem verificar diretamente com os usuários quais questões são relevantes e vantajosas. Estas soluções são possibilitadas pelos avanços da tecnologia, destaca Coelho (2002), as quais permitem uma maior individualização na produção industrial.

Identificar e prever as qualidades dos objetos que, em seu contato com o indivíduo, possam estimular nele emoções específicas, seria um grande diferencial na geração de produtos. Para Desmet, Hekkert, e Hillen (2003), a chave para a compreensão das respostas emocionais que os usuários conferem aos produtos está nas proposições teóricas sobre como essas emoções estão relacionadas à aparência dos produtos e também as características da pessoa que experimenta estas emoções. Vera Damazio (2006) escreve que os designers dão forma física a seus produtos, mas são as pessoas que com eles convivem que lhes dão forma social e acabam estendendo suas funções e significados para muito além daqueles para os quais foram projetados. Portanto, estender o estudo do objeto e suas significações para dentro do ambiente de uso, revela ao designer leituras individuais e que podem representar inovações quando aplicadas ainda na projeção.

2.2.1 Superfície

Forlizzi, Disalvo e Hanington (2003) propõem que algumas qualidades específicas dos objetos podem contribuir para a experiência emocional de uma maneira significativa. A superfície do objeto também carrega em si esses potenciais de leitura, de onde se reforça a necessidade de um planejamento da sua construção.

Segundo Manzini (1993), a superfície é a localização do conjunto de pontos em que acaba o material de que o objeto é feito e começa o ambiente exterior. A superfície pode ser autônoma em relação ao objeto que a limitasse; sua função é servir como interface entre dois ambientes distintos. Há um grande potencial de exploração da superfície dentro do desenvolvimento de produtos, desde que se tenha em mente que este é o local onde ocorre o primeiro contato do usuário com o objeto. É por meio de suas particularidades físicas que os artefatos se materializam e são reconhecidos, afirma Vera Damazio (2006).

Como dissociar a percepção de um objeto sólido de sua superfície? Como separar a superfície do corpo? De acordo com Ada Schwartz (2008), existem dois tipos de superfície: a superfície-envoltório e a superfície-objeto. A superfície-envoltório é aquela que foi projetada para uma aplicação sobre um volume que já tenha sido concebido. A superfície-objeto, esclarece a autora, é gerada junto com o volume, em uma relação intrínseca. Para uso nesta pesquisa, as superfícies serão consideradas independentemente do objeto, pois a tridimensionalidade do objeto seria um aspecto muito importante na percepção e, portanto, caberia analisá-lo individualmente.

2.2.2 Design de Superfície

A pesquisa aqui apresentada concentra-se na interface que media a relação estabelecida entre objeto e usuário. O tema da pesquisa está inserido no contexto do “Surface Design”, ou Design de Superfície, cuja tradução, segundo Rùthschilling (2002), amplia as antigas denominações de “Design Têxtil” e “Desenho (Industrial) de Estamparia”, pois representa melhor os trabalhos desenvolvidos que não se limitam apenas ao uso na área têxtil. Uma definição do conceito é indicada pela mesma autora:

Design de Superfície é uma atividade técnica e criativa cujo objetivo é a criação de texturas visuais e táteis, projetadas especificamente para a constituição e/ou tratamento de superfícies, apresentando soluções estéticas, simbólicas e funcionais adequadas às diferentes necessidades ou materiais e processos de fabricação. (RÜTHSCHILLING, 2008)

O enfoque escolhido para esta pesquisa parte do Design de Superfície, com ênfase nas texturas táteis, e se concentra no estudo da relação estabelecida entre a percepção do usuário e os aspectos técnicos da superfície.

O Design de Superfície é uma área que fica na fronteira entre o projeto gráfico e o de produto (SCHWARTZ, 2008; MINUZZI, 2001), sendo frequentemente associado ao uso bidimensional, ele vem lentamente sendo estudado no contexto do Design de Produto. Em sua pesquisa desenvolvida dentro do Design de Superfície, Ada Schwartz (2008) aponta a existência de três formas de abordagem para este tema: a representacional, que trata de geometria e representação gráfica; a constitucional, que trata dos materiais e procedimentos de confecção; e finalmente a abordagem relacional, que estuda as relações estabelecidas entre o sujeito, o objeto e o meio. O estudo aqui proposto contempla interesses referentes aos três elementos, pois a tridimensionalidade da textura denota uma análise da geometria, feita através da avaliação dos elementos compositivos do relevo.

2.2.3 Materiais

Vive-se atualmente a era dos múltiplos materiais e das combinações que estes permitem. Dobrzanski (2005) afirma que os tipos de materiais disponíveis em grande número permitem, hoje em dia, possibilidades inovadoras no design, na manufatura e na implementação de produtos, mas, para isso, é necessário selecioná-los propriamente.

Segundo Ashby e Johnson (2002), os materiais são a matéria do design e ao longo da história têm ditado suas oportunidades e limites. Os autores afirmam que nunca houve uma época em que a revolução dos materiais tenha sido mais rápida e a extensão de suas propriedades mais variada. O não conhecimento destes materiais coloca o designer em uma situação de risco, pois a inovação é habilitada pela exploração criativa de materiais novos ou aperfeiçoados. Kindlein Júnior e Guanabara (2006) declaram que esses recursos exigem uma constante adaptação nas aplicações e na interação estabelecida entre Design e Engenharia. Para Ashby e Johnson (2002) não há motivos que levem a crer em uma diminuição no ritmo de desenvolvimento dos materiais.

De acordo com Callister Jr. (2002), apesar de toda a evolução que os materiais sólidos sofreram através dos anos, ainda assim eles podem ser classificados segundo três categorias principais: metais, cerâmicos e polímeros. O autor afirma que esta divisão está baseada principalmente na composição química e na estrutura atômica destes materiais, embora existam alguns que se encaixem em um ou outro grupamento distinto, embora

existam alguns materiais intermediários, tais como os compósitos, os semicondutores e os biomateriais. São apresentados, na sequência, os principais materiais e suas características a partir do entendimento de Callister Jr. (2002) e Ashby e Johnson (2002).

- **Metais:** A maioria dos elementos da tabela periódica são metais. Os metais possuem elétrons livres, o que confere muitas características a estes materiais, entre elas sua boa condutividade elétrica. Outra característica importante deste material é sua capacidade de refletir a luz quando polidos e sua opacidade. Além disso, os metais são muito resistentes e ainda assim deformáveis, sendo por isso muito utilizados em aplicações estruturais. Os metais utilizados no design de produto são, quase sem exceção, ligas.
- **Cerâmicos:** Os cerâmicos são compostos entre os elementos metálicos e não-metálicos. A grande variedade de materiais que se enquadra nesta classificação inclui cerâmicos que são feitos de minerais argilosos, cimento e vidro. Uma característica marcante destes materiais é a sua extrema dureza, apesar de serem frágeis. Eles apresentam altos pontos de fusão e baixo coeficiente de expansão térmica sendo, em sua maioria, bons isolantes térmicos.
- **Polímeros:** Embora os polímeros naturais, como madeiras, chifres, lã e couro, sejam os mais antigos no mundo dos materiais, os polímeros de hoje em dia são quase todos sintetizados a partir do petróleo. Sua química é baseada no carbono, no hidrogênio e em outros elementos não-metálicos e suas estruturas moleculares são muito grandes. Os polímeros são divididos em termoplásticos (plásticos em geral), termorrígidos (Baquelite) e elastômeros (borrachas). Os polímeros possuem tipicamente baixas densidades e podem ser extremamente flexíveis.
- **Compósitos:** Vários materiais compósitos, que consistem em mais de um tipo de matéria, têm sido desenvolvidos pela engenharia. A fibra de vidro

é um exemplo familiar. Um compósito é projetado para mostrar uma combinação das melhores características de cada um dos materiais que o compõe. A fibra de vidro adquire resistência do vidro e flexibilidade do polímero. Muitos dos desenvolvimentos recentes de materiais têm envolvido materiais compósitos.

- **Naturais:** Os materiais naturais são basicamente polímeros, como o chifre bovino e a lã, ou então compósitos, como, por exemplo, o osso. O beneficiamento de materiais naturais tem sido uma alternativa viável na fabricação de produtos que se orientem pelos princípios do Ecodesign, priorizando a utilização de recursos naturais renováveis ao invés de empregar matérias-primas sintéticas, minimizando assim os impactos ambientais decorrentes de sua extração e dos processos de fabricação.

Os materiais podem ser utilizados por designers na construção dos significados propostos para os grupos de consumo que se deseja atingir. Para efetivar a transmissão desses significados, o designer deve conhecer quais aspectos dos materiais provocam as leituras subjetivas nos consumidores. Segundo Karana (2006), as fontes existentes de seleção de materiais não consideram essas questões intangíveis nem tampouco oferece uma forma sistemática para que seja feita a escolha dos materiais no projeto de design. Os aspectos intangíveis de que fala a autora são na verdade características que não podem ser percebidas pelos sentidos e não podem ser identificadas facilmente pelas pessoas, tais como as associações que eles evocam e as sensações e emoções que eles criam no usuário. É tentando contribuir com o estudo nesta área que esta pesquisa foi desenvolvida.

2.2.4 Acabamento

O acabamento da superfície está relacionado aos processos dos quais este se origina. Através da mecânica envolvida na execução e finalização de uma superfície são obtidas texturas ou rugosidades distintas. Originalmente, a rugosidade corresponde à característica da superfície de um material após este ter passado por algum processo de fabricação (SILVA, F., 2006), não necessariamente perceptível ao tato. Ao longo deste trabalho são abordados aspectos referentes à rugosidade, sendo esta compreendida como

um conjunto de irregularidades passíveis de reconhecimento pela mão humana, em especial os dedos. Assim, rugosidade e textura são tratadas como sinônimos.

As texturas podem apresentar diversas funções, entre elas o agarre, a limpeza, a impermeabilidade, a fixação etc. A combinação de processos de confecção e materiais adequados, resulta nos aspectos táteis e funcionais que podem estar associados às texturas. Uma mudança de um processo de fabricação pode alterar as propriedades do material, e algumas combinações produto-material podem ser inclusive impraticáveis quando se utilizam alguns processos tecnológicos, escreve Dobrzański (2006). Cada processo de fabricação está conectado com a variação da forma do produto que pode ser feito usando aquele processo, sendo então a complexidade da forma que definirá o tipo de processo de fabricação exequível.

2.3 Análises a serem consideradas

Algumas áreas do conhecimento já possuem uma prática maior quanto às possibilidades de análise sensorial de produtos. Dentre elas podem-se ressaltar as pesquisas desenvolvidas pela Ciência dos Alimentos, pelo Marketing, pela Engenharia de Produção e pela Psicologia Cognitiva Comportamental (DUTCOSKY, 2006; LINDSTROM, 2007; MATTAR, 1999; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999; MEIRA, 2005; MINIM, 2006; SAMARA; BARROS, 2001; SILVA, M., 2004).

Tendo visto como a percepção está permeada por interferências de ordem interna e individual, avaliar objetivamente as relações estabelecidas entre o objeto e o homem e os decorrentes valores atribuídos ao primeiro, é uma tarefa delicada e que merece delimitações claras. Os significados jamais poderão ser totalmente previstos, calculados, já que eles estão estritamente conectados com a história de cada sujeito, com fatores internos dos quais, por vezes, nem a própria pessoa tem conhecimento. Embora não seja possível controlar a experiência subjetiva das pessoas, os designers podem ajustar as expressões do design – suas qualidades formais e comportamentais – para influenciar no surgimento de emoções e experiências positivas (SURI, 2003; DESMET, 2003). Para Forlizzi, Disalvo e Hanington (2003), a compreensão do ambiente no qual ocorre a experiência e da maneira que o objeto funciona como uma alavanca emocional dentro deste ambiente, permite que o

designer encontre oportunidades de projeto que produzam um efeito na experiência emocional dos usuários. Esta é uma prática buscada na área de estudo Design e Emoção.

Segundo Lucy Niemeyer (2006), ainda pouco se sabe sobre como as pessoas respondem emocionalmente aos produtos e que aspectos de um projeto provocam uma reação emocional, porque emoções são – na maioria dos casos – não provocadas pelo produto em si mesmo, mas pelos significados dele derivados. Desta forma, orienta a autora, um designer não pode se basear exclusivamente nas suas próprias percepções, pois não necessariamente elas serão semelhantes àsquelas de seu público alvo. A solução apontada por Niemeyer é de que se envolvam os usuários desde o início do projeto, fazendo com que eles tenham uma participação ativa. O conceito de experiência, onde o sujeito e o objeto se encontram e se unem um com o outro, é um assunto chave no projeto de produtos emocionalmente significativos, declara Kurtgözü (2003).

Um exemplo de estudo apresentado dentro desta área do design é o artigo de Desmet (2005) no qual apresenta uma ferramenta que mede as emoções sutis, mistas, que atravessam culturas e independem do idioma: o PrEmo. O programa possui atualmente uma versão online: www.premo-online.com. Este instrumento mede 14 tipos de emoções que são frequentemente evocadas pelo design de produtos. Como limitação, o PrEmo não avalia a interação dinâmica do usuário com o produto, fazendo com que algumas emoções estejam super-dimensionadas enquanto outras possam ter sido sub-dimensionadas. O autor frisa que mais interessante do que descobrir quais emoções são evocadas por um grupo de estímulos, é compreender por que estes estímulos evocam estas emoções em particular. Tal conhecimento pode contribuir para a geração de produtos novos, estimulando perfis pré-definidos de emoções. Entretanto o delineamento dos motivos que fazem com que certos estímulos produzam certas leituras, passa pela compreensão do comportamento único daquele indivíduo, que expressa em suas preferências e leituras uma combinação entre memórias e aprendizados que não são padronizáveis nem mensuráveis.

O conhecimento das emoções atreladas aos objetos, suas qualidades físicas, também é de interesse de outras áreas do conhecimento. O marketing conduz diversos estudos que relacionam o produto ao seu consumidor, apontando os quesitos de compra (SAMARA; BARROS, 2001). Em seu livro *Brand sense*, Martin Lindstrom (2007) alega ser

possível usar os sentidos para aumentar o poder de persuasão das marcas ajudando-as a aumentar a fidelidade do consumidor e garantir um crescimento lucrativo. Através de sua pesquisa, o autor destaca o perfil sensorial de cada marca e como sintonizá-lo para despertar as emoções que melhor se ajustem ao posicionamento que se deseja alcançar.

Segundo Mattar (1999), as pesquisas de marketing têm o objetivo de descobrir, descrever e verificar a existência de relações entre fatos que se referem ao marketing de bens, serviço e ideias e ao marketing como área de conhecimento de administração. Essas pesquisas são desenvolvidas em quatro etapas principais: reconhecimento e formulação de um problema de pesquisa, planejamento da pesquisa, execução da pesquisa e comunicação dos resultados, sendo que esses processos se intercalam e se propulsionam de forma mútua e contínua.

Através de uma pesquisa realizada por Lindstrom (2007), o seguinte percentual foi obtido como resultado: 35% dos consumidores entrevistados afirmaram que a sensação que tinham com o telefone era mais importante do que sua aparência. Um percentual relevante de 46% dos consumidores americanos afirmou que o peso do telefone era mais importante do que sua aparência no momento de decidir a compra. O resultado dessa pesquisa não indica a redução do peso do aparelho como sendo uma solução. Ela denota que, para que haja uma sensação de posse, há uma faixa limite onde o sentido do peso é considerado ideal (nem muito pesado, nem muito leve).

Para alcançar delimitações como essas, os pesquisadores de mercado geralmente utilizam técnicas de pesquisa qualitativa. Trabalha-se com pequenos grupos ou com indivíduos, onde um moderador usará diferentes técnicas para desmembrar a experiência de marca e assim identificar os pontos de contato de cada uma, assim como as impressões sensoriais que causam a reação diante dessas impressões. Do ponto de vista desse mesmo autor, o toque estabelece uma relação muito mais frágil com a apreciação do consumidor, mas pode oferecer uma grande oportunidade quanto à diferenciação que simplesmente não foi ainda alavancada.

Mesmo que o toque não seja um aspecto da marca que as pessoas obrigatoriamente considerem importante na sua decisão final de compra,

ele oferece sinais adicionais para diferenciar a marca e inferir um maior grau de liderança. (LINDSTROM, 2007, p.158)

A engenharia de alimentos trabalha muito com métodos que descrevem e avaliam a intensidade dos atributos sensoriais dos produtos, sempre com foco no consumidor. Segundo Minim (2006), entender os fatores que determinam o comportamento do consumidor com relação a um produto é fundamental para a sua inovação, para a escolha da sua estratégia de marketing e para a manutenção da vantagem competitiva. O estudo do consumidor é algo bastante complexo e possui uma característica de multidisciplinaridade. Dutcosky (2007) indica que a qualidade sensorial é o aspecto mais intimamente relacionado com a escolha do produto alimentício. A autora afirma que esta qualidade sensorial de um alimento não é uma característica própria do alimento, mas sim o resultado da interação entre o alimento e o homem no momento em que a experiência se desenvolve. A Análise Descritiva Quantitativa foi selecionada dentre outros métodos para orientar a investigação desenvolvida em torno da percepção tátil. Essa escolha se deve ao seu extenso uso nas indústrias de alimentos (SILVA, M., 2004) e por se adequar à análise tátil e ao tempo disponível para esta pesquisa.

2.3.1 Análise Descritiva Quantitativa

Segundo Silva, M. (2004), a Análise Descritiva Quantitativa é recomendada nas seguintes situações:

- Descrever e comparar quantitativamente amostras;
- Desenvolver uma linguagem para descrever produto;
- Descrever e quantificar mudanças sensoriais;
- Auxiliar no desenvolvimento de novos produtos;
- Verificar se as mudanças no processamento alteram o perfil sensorial;
- Verificar se as alterações de ingredientes alteram o perfil sensorial;

- Verificar se uma baixa venda é resultante de um problema sensorial ou de marketing.

Para que a análise produza resultados confiáveis e reprodutíveis, é indispensável trabalhar com uma equipe de julgadores previamente treinados que trabalhem em um ambiente apropriado e controlado a fim de que se possam aplicar técnicas estatísticas quando na avaliação dos resultados (DUTCOSKY, 2007). Neste sentido Silva, M. (2004) orienta que sejam cumpridas algumas etapas que tradicionalmente compõem este tipo de análise:

- Recrutamento e seleção de julgadores;
- Desenvolvimento da linguagem descritiva das amostras, definição consensual dos termos gerados e estabelecimento de referências para treinamento;
- Treinamento e seleção dos julgadores;
- Coleta dos dados sensoriais;
- Análise estatística e interpretação dos dados coletados.

O recrutamento, feito através de questionários ou entrevistas, é o primeiro contato com os julgadores. Neste momento devem ser esclarecidos os objetivos dos testes, o tempo e a frequência despendidos assim como a necessidade de que haja uma seleção e um treinamento prévios, conforme explicado por Silva, M. (2004).

Ainda na etapa de recrutamento e seleção, os candidatos devem ser submetidos a uma bateria de testes que avaliem sua memória sensorial e habilidade em descrever suas percepções, poder de percepção para os atributos que estão sendo julgados e capacidade de discriminar as variações sensoriais em amostras representativas do produto. Na análise sensorial de alimentos, normalmente são feitas três avaliações distintas (SILVA, M., 2004):

- Memória sensorial e habilidade em descrever odores
- Poder de percepção dos quatro gostos básicos

- Poder de discriminar variações sensoriais entre amostras semelhantes

Para esta última, existem diversos tipos de testes que podem ser aplicados (Duo-trio, Comparação Pareada, Ordenação, etc.), conforme exemplificado por Dutcosky (2007). Destes testes recomenda-se utilizar o Triangular (SILVA, M., 2004) em função de sua maior eficiência estatística, pois a probabilidade de acertar por acaso é de um para três (1/3). O Teste de Diferença Triangular consiste na apresentação de três amostras, sendo duas idênticas e uma distinta, das quais o julgador deve identificar qual é a diferente. Devem ser aplicados de quatro a seis testes, a partir dos quais serão selecionadas aquelas pessoas com mais de 60 a 70% de acertos. Esse é um teste importante já que se o candidato não for capaz de diferenciar as amostras entre si provavelmente não terá um bom desempenho durante o treinamento e na avaliação final, e, portanto, deve ser eliminado antes destas etapas.

Tendo sido aprovados, os julgadores devem desenvolver uma terminologia descritiva das amostras que serão analisadas, uma definição por escrito de cada termo, assim como devem estabelecer referenciais que exemplifiquem percepções de qualidade e intensidade. Estas definições são feitas em consenso pelo grupo, com o auxílio de um moderador, para que não ocorra confusão entre os julgadores ao longo do treinamento.

A próxima etapa consiste no treinamento e nova seleção dos julgadores, de forma a compor a equipe titular de avaliação das amostras. Durante o treinamento são normalmente utilizadas escalas a partir das quais o julgador pode atribuir valores às amostras apresentadas (DUTCOSKY, 2007; SILVA, M., 2004). O treinamento é indispensável por garantir que todas as avaliações sejam feitas utilizando a mesma escala, estabelecida de forma consensual pela equipe. Por exemplo: avaliar a dureza de uma amostra sem estabelecer e treinar o uso de referenciais claros pode ser um grande desafio, pois a percepção é algo muito subjetivo e individual e cada pessoa teria um conceito muito próprio do que caracterizaria um material “duro”.

O treinamento consiste em uma sequência em que o julgador chega ao local de testes, faz a leitura dos termos que descrevem os atributos a serem avaliados, experimenta as referências e se dirige às cabines onde deve provar as amostras e graduá-las em uma escala disponível em uma ficha de avaliação. Os resultados obtidos, após serem traduzidos

em valores numéricos com o auxílio de uma régua, devem então ser discutidos com a equipe de julgadores, de forma a alcançar ao término deste treinamento uma equipe consensual, com um bom poder discriminativo e uma boa repetibilidade de resultados. Para verificar essa condição deve-se fazer uma Análise de Variância Univariada (ANOVA) para cada julgador em cada atributo. Conforme Silva, M. (2004) os julgadores devem avaliar, no mínimo, três amostras em três repetições.

O teste sensorial das amostras, etapa posterior ao treinamento, deve ser feito apenas pelos julgadores já treinados e selecionados. Esse teste é realizado em cabines individuais, sendo que cada julgador avalia todas as amostras em três repetições no mínimo. As amostras devem estar codificadas e devem ser apresentadas ou de forma aleatória ou em uma sequência previamente estabelecida, conforme explicado por Minim (2006): Blocos Completos Balanceados, para quando houver poucas amostras (são apresentadas todas as amostras em uma única sessão e ao mesmo tempo) ou Blocos Incompletos Balanceados, para quando houver muitas amostras (são apresentadas menos amostras do que o total, repetidas e avaliadas igual número de vezes).

Os resultados finais da Análise Descritiva Quantitativa podem ser avaliados por Análise de Variância Univariada (ANOVA), Análise Multivariada (MANOVA), Análise de Componentes Principais (ACP), dentre outras.

Embora a percepção ocorra a partir de estímulos sobrepostos e a própria Análise Descritiva Quantitativa se detenha em estudar todos os sentidos envolvidos na interação entre as pessoas e os produtos, esta pesquisa se desenvolve a partir de um recorte em torno do estímulo tátil. Neutralizando elementos como forma, aroma, visão, audição, paladar e minimizando o elemento “contexto”, trabalhando com amostras controladas, espera-se conseguir diminuir o fator simbólico da superfície e dar ênfase à percepção tátil por ela mesma.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa possui um caráter exploratório e sistemático, os quais caracterizam o desenvolvimento de um método científico. A investigação é desenvolvida em torno de duas etapas principais (Figura 2), cada qual contribuindo para que se tenha um resultado condizente com a estrutura que se está analisando e que é composta tanto de variáveis objetivas quanto subjetivas.

Inicialmente se fez uma medição mecânica dos corpos-de-prova, depois uma medição perceptiva (Análise Descritiva Quantitativa) e finalmente uma avaliação afetiva, com medição de valores subjetivos, buscando que as pessoas quantifiquem suas emoções. Ao término destas etapas é traçada uma correlação dos parâmetros medidos com os equipamentos, os percebidos tatilmente e os valores afetivos.

Dentro do escopo desta pesquisa, se trabalhou com os padrões tridimensionais que se relacionam com o tato, enfocando a análise representacional, constitucional e relacional. Apesar de haverem diferentes sensores disponíveis na pele, delimitou-se trabalhar com as percepções de pressão, variações térmicas e pressões de frequência diferente, os quais correspondem às propriedades de dureza, condutividade térmica e rugosidade nos materiais. Essas três variáveis estão estreitamente correlacionadas, de forma que ao tocar em uma superfície quente, ao mesmo tempo o indivíduo percebe suas características de rugosidade e de dureza. De igual maneira, a percepção de uma textura certamente estará associada à percepção da dureza e condutividade térmica de um material. Ao longo dos testes realizados, buscou-se distinguir as medições para cada um destes atributos e, a partir dos resultados, foi feita uma correlação entre os dados obtidos e uma sugestão de metodologia.

Para a execução desta pesquisa foram produzidos corpos-de-prova, realizadas medições com equipamentos, conduzido um treinamento com julgadores para avaliar a percepção tátil dos atributos especificados e finalmente se considerou a aceitação, a agradabilidade destes corpos-de-prova.

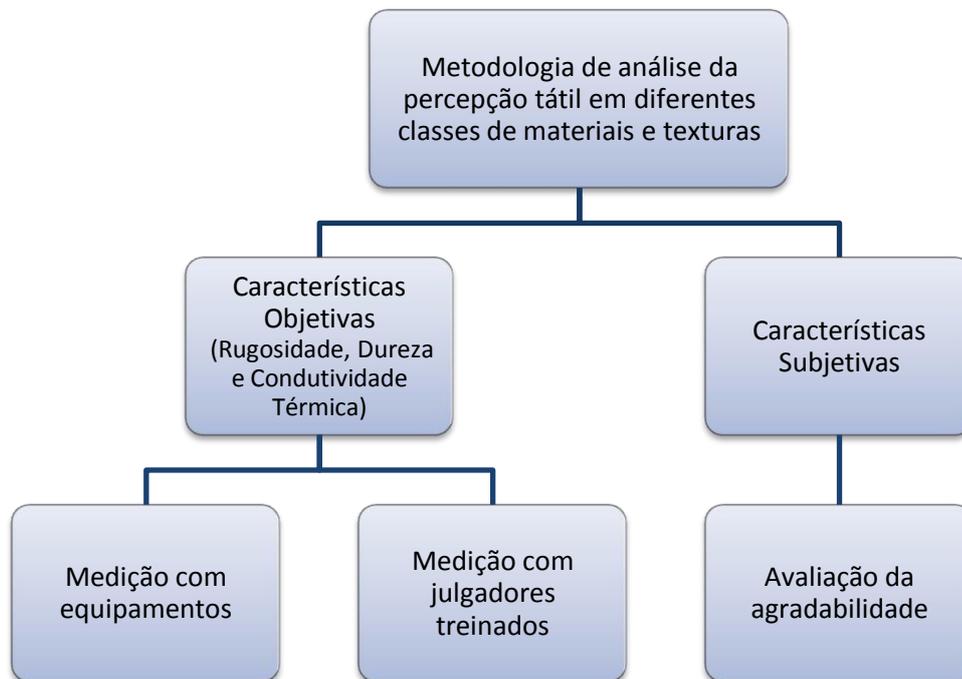


Figura 2: Fluxograma de Pesquisa

O que se pretende correlacionar aqui são as etapas que compõem a passagem do material ao intangível, ao afetivo percebido pelas pessoas. As variáveis envolvidas nos experimentos se originam em uma mensuração física, uma avaliação perceptiva e uma avaliação afetiva. Os sentidos interferem-se mutuamente, a percepção ocorre de forma simultânea através dos diferentes canais sensoriais. Foi possível separar a análise do tato através da não visualização dos corpos-de-prova no momento da avaliação de variáveis de condutividade térmica, rugosidade e dureza. Estes atributos foram selecionados em função de uma exploração tátil exclusivamente superficial, que não abrangesse a manipulação volumétrica dos corpos-de-prova, já que isto incluiria variáveis referentes à tridimensionalidade do objeto tais como forma e peso.

As classes de materiais selecionadas para a avaliação foram: metais, cerâmicas, polímeros (termofixos e elastômeros) e naturais. As diferenças perceptivas e a representatividade destes materiais dentro de uma gama extensa de possibilidades foram condicionantes desta seleção. Em cada um dos materiais foram então aplicadas cinco texturas distintas, as quais foram escolhidas de um Banco de Texturas desenvolvido no

Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM) da UFRGS, principalmente em função de suas diferenças quanto à geometria de suas superfícies.

3.1 Concepção dos corpos-de-prova

3.1.1 Histórico

As investigações aqui apresentadas tiveram sua origem em uma das seis linhas de pesquisa do Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM) da UFRGS, intitulada Percepção x Materiais. O LdSM tem desenvolvido diversas pesquisas na área perceptual, em especial envolvendo qualidades táteis. Neste sentido, pode-se referenciar a criação de um Banco de Texturas táteis (Figura 3), que compila os trabalhos desenvolvidos pelo grupo ao longo dos últimos seis anos. Este arquivo conta hoje com mais de 140 texturas, organizadas com suas respectivas etapas de criação, desenvolvimento e acabamento, conforme explicado por Kindlein Júnior, Collet e Dischinger (2007). Tendo como fonte de inspiração tanto materiais extraídos diretamente da natureza, tais como folhas, flores, cascas de sementes e árvores, pedras e couros de animais, como também materiais gráficos (fotos, impressos, imagens digitais) ou conceitos, a criação resultante tem como característica principal o ineditismo das texturas, o tratamento inusitado conferido a formas e relevos. O Banco de Texturas é uma propriedade material e imaterial do LdSM. A liberação do acesso ao uso das texturas pode ocorrer através do consentimento prévio da coordenação do laboratório.

The screenshot shows a web interface titled 'Dados da Textura'. On the left, there are four image thumbnails: 'Visão geral' (a green field), 'Digitalização' (a green textured surface), 'Imagem Frontal final' (a yellow textured surface), and 'Imagem 3D final' (a 3D model of the texture). The main area contains a form with the following fields:

Título	Palha do milho	única
Tipo	natural	
Nome Científico	Zea mays	
Autor	LdSM	
Procedência	Natureza	
Largura (x)	21.028 mm	
Comprimento (y)	35 mm	
Altura máxima (z)	0.7 mm	
Arquivo 2D (CDR)	0	
Arquivo 3D (STL)	Palha do milho_natural_0.stl	baixar
Arquivo CAM (ART)	Palha do milho_natural_0.art	baixar
Data de Criação	02/04/2004	
Observações	Amostra retirada de espiga de milho comum comprado em supermercado.	
Status	Disponível	

At the bottom right, there are links for 'Anterior' and 'Próxima'. At the bottom center, there are buttons for 'Repetição', 'Voltar', 'Principal', and 'Alterar'.

Figura 3: Interface do Banco de Texturas.

Fonte: LdSM

O tamanho padrão do módulo utilizado dentro do Banco de Texturas, que é de 30 x 48,54mm, foi estabelecido a partir da relação com o número áureo. Este valor deriva de uma sequência de números, conhecidos como Sequência de Fibonacci (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,...), onde cada número, a partir do segundo, é o resultado da soma dos dois anteriores. O Número Áureo (1,618...) seria o resultado aproximado da divisão de um desses números da sequência por seu antecessor. Este padrão foi escolhido por razões estético-formais e em nome da sua frequente aparição na natureza, organizando desde o crescimento das plantas até alguns aspectos do corpo humano.

Para viabilizar a catalogação destas texturas, foi montada uma estrutura organizacional, chamada de Ecosistema do Banco de Texturas (Figura 4). Este sistema possibilitou, em um primeiro momento, a identificação e classificação das texturas e, posteriormente, a especificação destas através de suas características quantitativas e qualitativas. Tais alterações permitiram um detalhamento no Banco de Texturas que tornou possível o acesso aos dados de cada uma das texturas seguindo as subdivisões identificadas no Ecosistema.

3.1.2 A seleção das texturas

Como uma etapa subsequente ao desenvolvimento do Banco de Texturas, identificou-se a relevância de um estudo que considerasse aspectos referentes à percepção tátil e que traria benefícios para a posterior aplicação destas texturas em produtos. Foram então selecionadas cinco texturas deste Banco (Figura 5) para que, através delas, se investigassem as possíveis diferenças perceptivas, considerando tanto relevos quanto materiais.

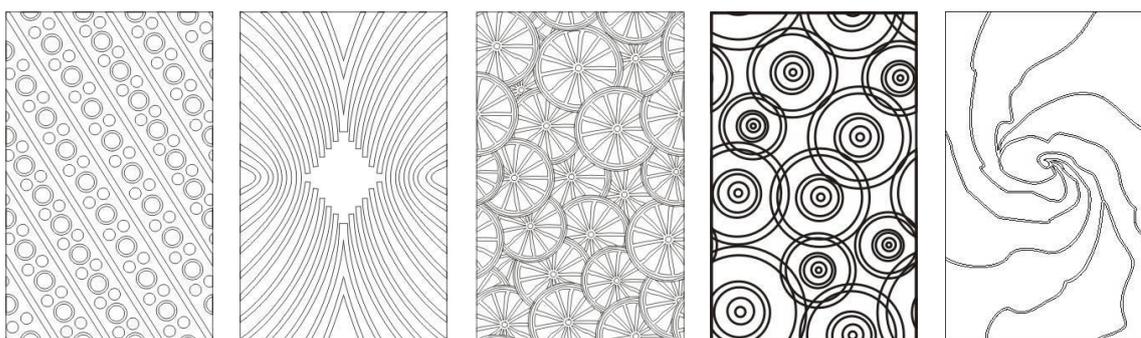


Figura 5: Imagem das cinco texturas selecionadas do Banco de Texturas.

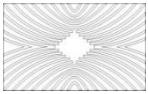
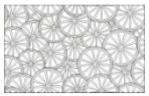
Fonte: LdSM

Estes cinco arquivos foram selecionados dentre tantos, tendo como parâmetro uma clara diferenciação entre as peças quanto às características principais destas texturas, sendo para isso conduzida uma análise seguindo a organização estruturada pelo Ecosistema previamente apresentado na Figura 4.

Como os corpos-de-prova produzidos com estas texturas teriam o propósito de participar de uma pesquisa sobre percepção tátil, foi priorizada a variedade e nitidez dos elementos que compõem o relevo. Estes aspectos puderam ser considerados através da simulação tridimensional virtual disponibilizada pelo sistema do Banco de Texturas.

A Tabela 1 ilustra todos os elementos que participaram da seleção destas texturas e permite visualizar em quais aspectos elas se diferenciam entre si.

Tabela 1 - Características objetivas das texturas, identificadas segundo o Ecossistema do Banco de Texturas.

Texturas / Características					
	Bolacha do Mar 2 – V 1	Concha 2	Laranja 2 – V1	Pingos de Água	Rosa Clara
Aspecto	Reticulada	Nervurada	Nervurada	Outro	Ramificada
Compositivas	Com repetição/ Organizada por translação ao longo de uma linha/ Disposição justaposta/ Tamanho fixo	Com repetição/ Organização simétrica (espelhamento) / Disposição justaposta/ Tamanho alteração proporcional	Sem repetição	Com repetição/ Organizada aleatoriamente/ Disposição sobreposta/ Tamanho aleatório	Sem repetição
Dimensionais	Largura mista/Altura média	Largura estreita / Altura baixa	Largura estreita/ Altura média	Largura mista/ Altura alta	Largura estreita / Altura alta
Formais	Geométrica/ Forma fechada/ Circular	Geométrica/ Forma aberta/ Curva-Arco	Geométrica/ Forma fechada/ Circular	Geométrica/ Forma fechada/ Circular	Orgânica / Forma aberta
Relevo	Alto	Alto	Composto	Composto	Baixo
Superficiais	Esférica e plana	Piramidal e plana	Plana e reta	Esférica e plana	Esférica e plana
Zoomorfológicas	Animal / Invertebrado	Animal / Invertebrado	Vegetal/ Fruta	Mineral / Água	Vegetal / Flor

Fonte: LdSM

Para facilitar a escrita e o entendimento ao longo desta pesquisa, optou-se por simplificar o nome das texturas, de forma que se passou a chamar a textura “Bolacha do Mar 2” (nome do arquivo conforme o Banco de Texturas) de “Bolacha”, a textura “Concha 2” de “Concha”, a textura “Laranja 2” de “Laranja”, a textura “Pingos de Água” de “Pingos” e a textura “Rosa Clara” de “Rosa”.

O objetivo deste trabalho não é sugerir o uso específico destas texturas, mas sim estudar a análise de qualquer textura tátil, dentro de um contexto de design de produto.

Esse contexto deve prever também o estudo da forma, da sustentabilidade, da produção, etc. O uso de texturas é mais um elemento dentro do projeto de produtos, mas o recorte aqui apresentado evidencia o potencial de se desenvolver produtos com uma maior exploração de estímulos táteis. Pode-se utilizar esta metodologia como um apoio, como uma técnica para a seleção de materiais e texturas que estabelecem novos pontos de contato com as pessoas, interagindo tatilmente de forma a produzir sensações e significados. Esta metodologia se adéqua à utilização de quaisquer texturas, não somente estas. Espera-se também que esta metodologia possa ser igualmente expandida para o estudo dos outros sentidos.

3.2 Caracterização dos corpos-de-prova

Apesar da medida áurea já ter sido aplicada e consolidada durante a organização do Banco de Texturas, foi utilizado, na confecção dos corpos-de-prova, outro padrão, de 44 x 63 mm. Este novo valor não está mais associado ao retângulo áureo e a alteração desta medida foi feita buscando uma área de contato maior com a pele. Para preencher esta nova área de contato, houve uma alteração na escala da textura e conseqüente repetição do módulo inicial, aumentando o índice de elementos táteis pela superfície de exploração disponível. Estas alterações podem ser visualizadas na Figura 6.

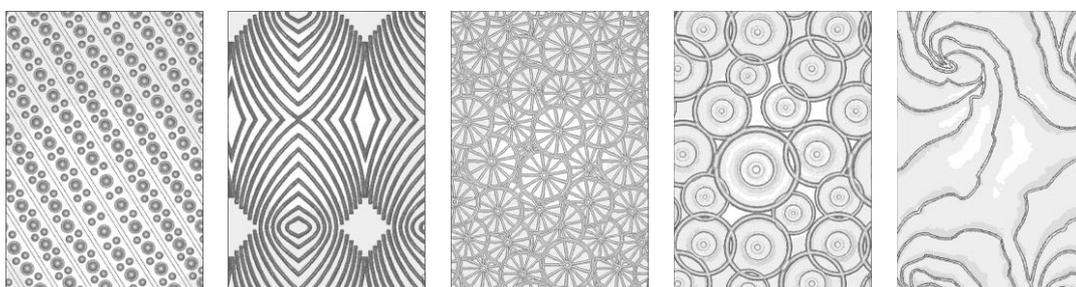


Figura 6: Alteração de tamanho e repetição das texturas para aplicação nos corpos-de-prova.

Definido o novo tamanho, trabalhou-se com as principais classes de materiais: metais, cerâmicas, polímeros e naturais. Esta delimitação foi feita levando em consideração a representatividade sensorial destas famílias dentro de um universo extenso de materiais disponíveis. Seguindo essa determinação, optou-se por subdividir os polímeros em duas amostras de materiais bastante distintos quanto a sua percepção tátil: um polímero

termofixo e um elastômero. Por fim, foi ainda selecionado um material de origem natural: o chifre bovino. Cada um desses materiais foi então processado de maneira a reproduzir as cinco texturas que haviam sido previamente determinadas.

3.2.1 Corpo-de-prova em metal

Para a confecção das peças em metal foi necessário gerar, a partir do Banco de Texturas, um arquivo com as alterações de tamanho e de usinagem, a qual deve ser adequada ao material que se deseja trabalhar. A peça foi usinada com a fresadora CNC Digimill do LdSM, em um material próprio para usinagem de peças detalhadas, chamado Cibatool. Esta matriz foi então encaminhada para uma empresa, AJF Bijuterias LTDA., que confeccionou os corpos-de-prova. O método de fabricação empregado foi a centrifugação de baixa fusão, onde a matriz usinada em Cibatool é colocada em uma forma de borracha que é então aquecida a 150°C. Após a conformação da borracha, a matriz é retirada e se obtêm o molde para as peças metálicas. O material empregado nos corpos-de-prova foi uma liga de Zamac, conforme especificado na Tabela 2:

Tabela 2 - Composição Química ZAMAC ZAP.

Composição Química ZAMAC ZAP
Zinco (Zn) = 92.94%
Alumínio (Al) = 3.78%
Magnésio (Mg) = 0.508%
Cobre (Cu) = 2.76%

Fonte: Minas Zinco (Anexo C)

O processo de fabricação foi realizado com uma variação de temperatura entre 380 e 450°C, sendo este o limite a partir do qual a borracha vulcanizada do molde começa a se deteriorar. Observando essa faixa de temperatura, podem ser feitas diversas cópias a partir do mesmo molde, sem perda de detalhamento. A Figura 7 mostra as peças obtidas através deste método.

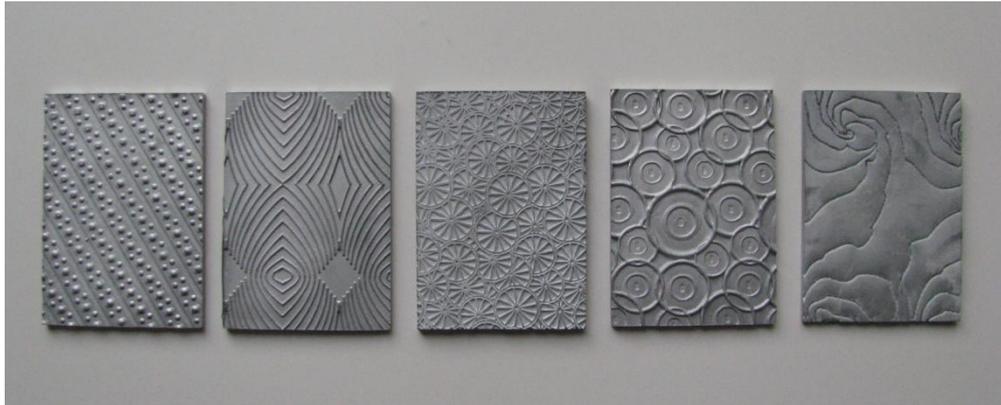


Figura 7: Corpos-de-prova em metal.

3.2.2 Corpo-de-prova em material natural

O material natural selecionado para esta pesquisa foi o chifre bovino. Este material é composto, em sua totalidade, por uma proteína chamada queratina, a qual pode ser igualmente encontrada nos cabelos, unhas e cascos, conforme explicado por Alcântara (2006). Segundo esta autora a queratina é caracterizada por células mortas. No caso do chifre bovino, sua estrutura é formada a partir das células da epiderme viva do animal que, na medida em que vão morrendo, permitem a formação da queratina em um processo chamado de cornificação. Tal composição resulta em um material rígido que, para a aplicação de uma textura em sua superfície, necessitaria ser usinado.

Através da parceria estabelecida entre o LdSM e a empresa Sander, foi possível obter amostras de chifre bovino já em lâminas, as quais foram usinadas com a fresadora CNC Digimill do LdSM, conforme ilustra a Figura 8.

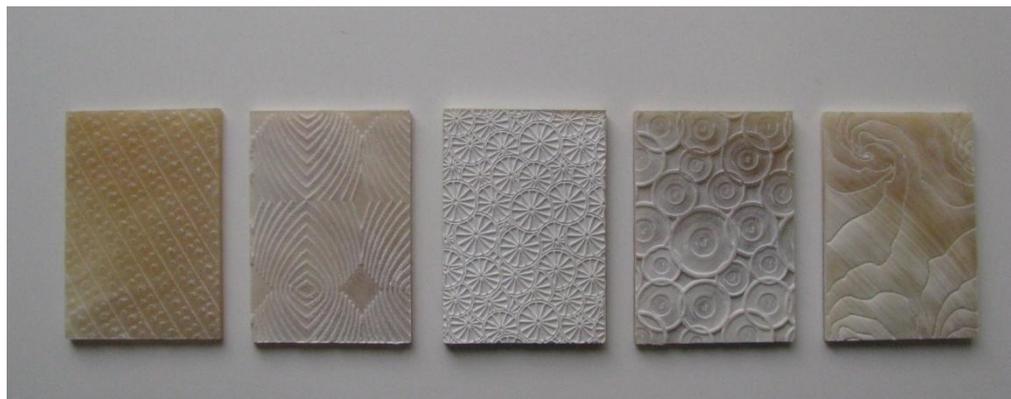


Figura 8: Corpos-de-prova em chifre bovino.

Uma característica deste material é a sua possível deformação (torção) ao longo do tempo, fato este bem evidenciado pelo trabalho de Alcântara (2006). Para a duração do experimento aqui apresentado, não foram evidenciadas alterações dimensionais nos corpos-de-prova.

3.2.3 Corpo-de-prova em polímero termofixo

A fabricação dos corpos-de-prova em polímero termofixo foi iniciada com a seleção de uma peça que serviria de matriz para confecção do molde em silicone, de onde se extrai a cópia final em resina. Foram escolhidos os corpos-de-prova em metal em função do excelente acabamento destas peças. Estas matrizes metálicas foram fixadas no fundo de uma caixa de papel rígido o qual foi preenchido com uma Borracha Líquida de Silicone BX-3-8001, fornecida pela empresa Aralsul Produtos Químicos Ltda. Este silicone foi considerado adequado para o uso aqui apresentado, quando comparado com outros disponíveis no mercado, em função de sua flexibilidade e boa resistência ao rasgo.

Após a cura do silicone, e retirada da matriz metálica, foi vertida neste molde a resina já misturada com seu catalisador, de onde, após uma cura de 90 a 120 minutos, obtiveram-se peças semelhantes às originais (Figura 9), visto o alto detalhamento proporcionado pelo silicone.



Figura 9: Corpos-de-prova em resina.

A resina utilizada nestes corpos-de-prova foi a RenCast 452, um sistema de poliuretano da marca Huntsman. As propriedades típicas de uma peça já curada, ou seja, com sete dias de sua confecção a 25°C, são conforme mostra a Tabela 3:

Tabela 3 - Propriedades típicas da resina RenCast 452.

Propriedade	Valor
Dureza Shore D	> 70 Unidades
Resistência a flexão	65 a 70 Mega Pascal (MPa)
Resistência a tração	35 a 42 Mega Pascal (MPa)
Resistência a compressão	50 a 60 Mega Pascal (MPa)
Resistência ao impacto	3,5 a 4,5 KJ/m ²
Temperatura limite de utilização	65 a 75 °C

Fonte: Huntsman (Anexo B).

3.2.4 Corpo-de-prova em elastômero

Os corpos-de-prova em elastômero foram feitos por cópia, semelhante ao processo das peças em resina, mas com uma distinção importante deste último: foi necessária a produção de uma matriz invertida. O arquivo para usinagem adequado a este fim foi obtido com o espelhamento e inversão da altura do arquivo original, gerando um baixo relevo. Esta peça foi então usinada em Cibatool, com a fresadora CNC Digimill do LdSM.

A matriz resultante foi então fixada no fundo de uma caixa de papel e apoiada externamente por paredes mais rígidas, para que não houvesse um abaulamento com o peso do silicone. A confecção da caixa foi feita sob medida para que o encaixe fosse perfeito e não houvesse vazamento de material pelas laterais da matriz. Dentro desta caixa foi vertida a borracha líquida de silicone que já havia sido misturada com seu catalisador. Para a retirada dos corpos-de-prova (Figura 10) basta desmontar, ou rasgar, as caixas de papel e simplesmente descolar o silicone de sua matriz, a qual havia sido previamente impermeabilizada com vaselina para facilitar a desmoldagem.

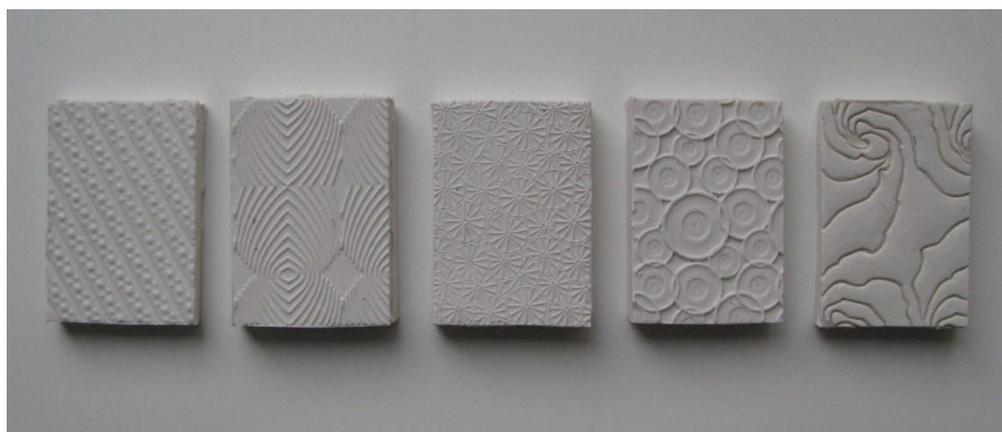


Figura 10: Corpos-de-prova em silicone.

O silicone utilizado para este corpo-de-prova foi o BX-3-8001, já previamente empregado nos moldes das peças em resina. As propriedades do produto já curado foram descritas pelo fornecedor conforme mostra a Tabela 4:

Tabela 4 - Propriedades da Borracha Líquida de Silicone BX-3-8001.

Propriedade	Valor
Tensão de Ruptura	1.72 Mega Pascal (MPa)
Alongamento de Ruptura	400 %
Resistência ao rasgo, Padrão B	35 Pounds per inch (ppi) / 6,13 Newton/mm (N/mm)
Dureza Shore A	7 a 10 Unidades
Contração Linear	0,5 %

Fonte: Aralsul (Anexo A)

3.2.5 Corpo-de-prova em cerâmica

A fabricação de peças em cerâmica passou por diversas tentativas até que fosse encontrado o melhor método de reprodução das texturas sem que houvesse grandes perdas de detalhamento. Iniciou-se com a técnica de decalque, que consiste na compressão da argila ainda mole contra a matriz que se deseja copiar, neste caso uma matriz invertida, gerando uma cópia positiva. Entretanto, no momento em que se faz a retirada do material, ocorre uma desestruturação interna dessa massa cerâmica, a qual é revelada posteriormente na queima, ocasionando o empenamento das peças. Este empenamento foi acentuado pela retração natural da argila empregada, que era de 14 a 16% a 1300°C, um valor bastante alto para o uso controlado que aqui se descreve.

Uma segunda tentativa foi feita através da parceria com o Laboratório de Materiais Cerâmicos (LACER) da UFRGS, onde foram confeccionadas novas peças em um material cerâmico composto principalmente de sílica e alumina. Essa mistura cerâmica, ainda em seu estado líquido, foi vertida sobre a matriz invertida, para ser posteriormente destacada e queimada (sinterizada). Comparativamente aos corpos-de-prova anteriores, este material apresentou uma cópia dimensionalmente superior dos relevos e um menor encolhimento da peça (cerca de 3%), mas ainda houve pequenas perdas de detalhes das texturas e quebra de algumas peças durante a secagem.

Finalmente optou-se pela usinagem das peças. Para isso foi adquirida uma massa cerâmica de fins artesanais, fornecida por PSH Brasil - Suprimentos de Arte Cerâmica Ltda., do tipo 400 Faiança Branca sem Chamote, composta de Ball Clay (ou Argila de Bolas), Talco e Carbonato de Cálcio. Essa argila foi selecionada em função de sua baixa contração quando queimada (aproximadamente de 5%) e pela boa resposta à usinagem.

Inicialmente a argila foi conformada em placas e deixada secar até o chamado Ponto de Couro (quando ainda há alguma umidade na massa, podendo esta ser marcada com a unha, por exemplo). As placas foram fixadas na fresadora CNC Digimill do LdSM com grampos laterais, pois a argila não se fixa com os materiais adesivos normalmente utilizados para este fim. O arquivo de usinagem foi remodelado para que a peça resultante fosse 5% maior que a original, prevendo então o posterior encolhimento durante a queima. As placas

com as texturas usinadas foram re-hidratadas para permitir um corte preciso das peças finais, feito manualmente com um estilete, sendo então postas para secar. Depois de completamente secas (Ponto de Osso), as peças foram queimadas a 1150°C pelo LACER. A título de comparação, a Figura 11 mostra os diferentes métodos empregados e as respectivas peças resultantes. A Figura 12 apresenta os corpos-de-prova finais, utilizados nesta pesquisa.

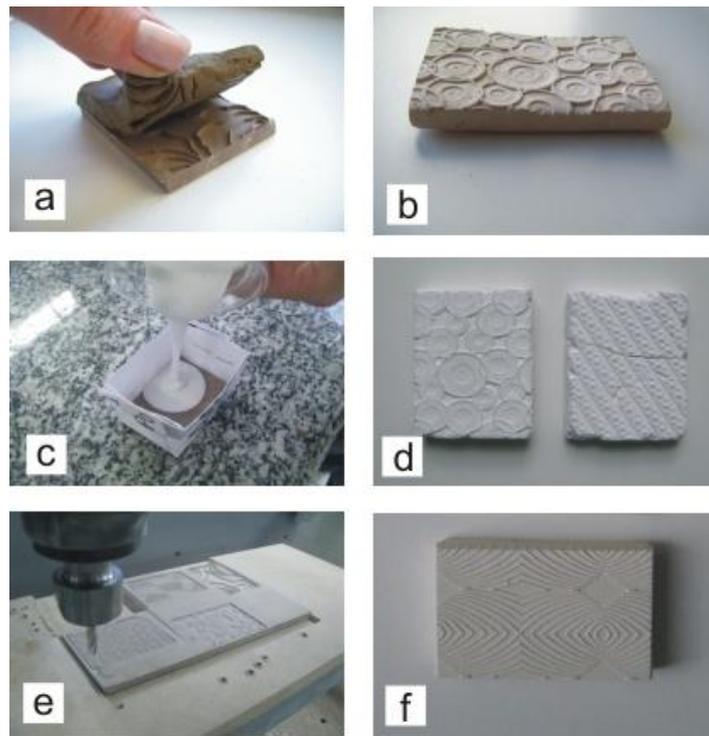


Figura 11: Diferentes métodos de confecção:
 (a) decalque manual; (b) peça cerâmica com deformações;
 (c) cópia com argila líquida; (d) peça com boa reprodução e peça com quebras;
 (e) método de usinagem; (f) peça com alta definição e fidelidade.

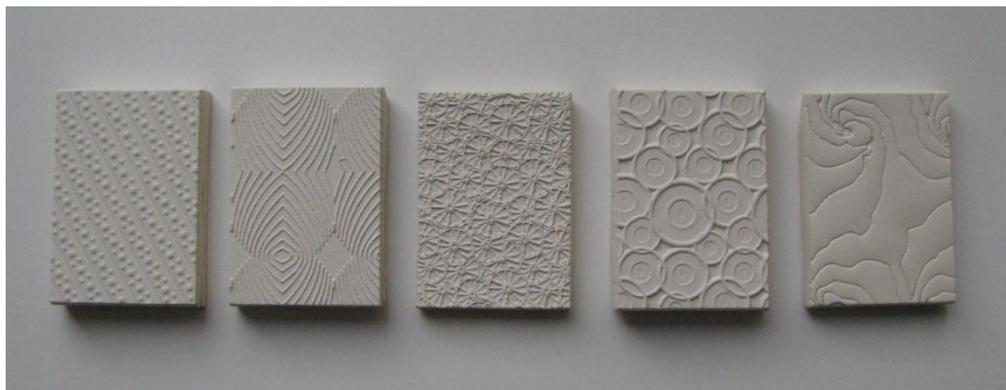


Figura 12: Corpos-de-prova em cerâmica.

3.2.6 Medição dos corpos-de-prova

Seguindo as etapas que compõem esta pesquisa, logo após a escolha e confecção dos corpos-de-prova foram realizadas medições destas peças através dos equipamentos disponíveis para cada uma das propriedades e características que se deseja medir. Dentro das possibilidades perceptivas disponibilizadas pelos sensores táteis de que o ser humano é dotado, delimitou-se desenvolver este estudo sobre aferições atribuídas à dureza, condutividade térmica e rugosidade. A seleção destes três parâmetros ocorreu em função de sua possível identificação em uma superfície, já que para avaliar a densidade, expressa pelo peso do material, seria indispensável a manipulação deste e conseqüentemente se adentraria no território do objeto tridimensional, o qual requer um estudo com outras variáveis além daquelas aqui apresentadas. Assim sendo, foram buscados equipamentos e técnicas para a medição da dureza, condutividade térmica e rugosidade, a fim de que, em um segundo momento da pesquisa, se possam correlacionar esses valores com aqueles que podem ser percebidos através do tato.

A Figura 13 apresenta no eixo horizontal as texturas analisadas, e no eixo vertical os diferentes materiais empregados.

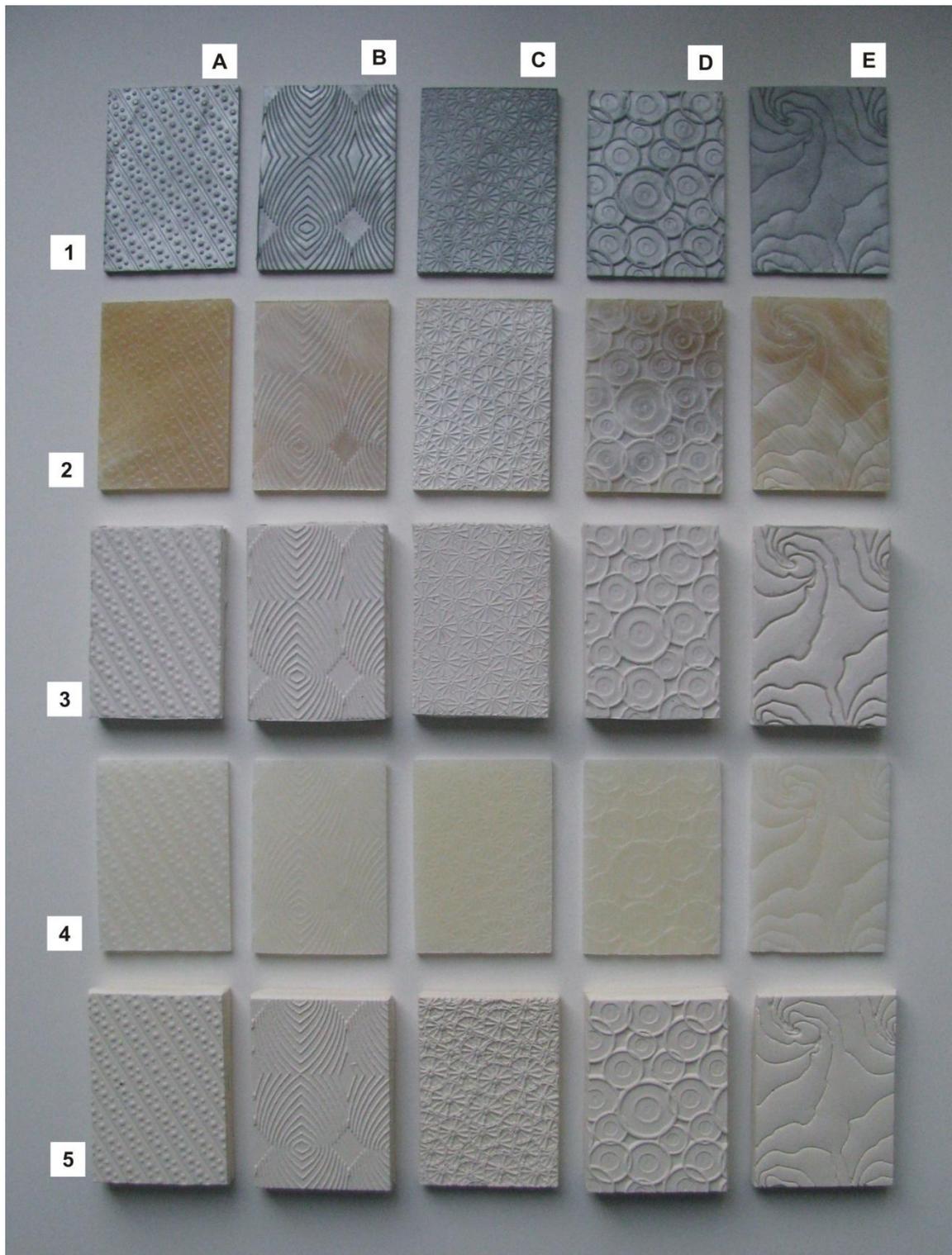


Figura 13: Corpos-de-prova produzidos.
Texturas: (A) Bolacha; (B) Concha; (C) Laranja; (D) Pingos; (E) Rosa.
Materiais: (1) Metálico; (2) Chifre; (3) Silicone; (4) Resina; (5) Cerâmica.

3.2.6.1 Rugosidade

A rugosidade pode ser definida como sendo uma característica associada à superfície de um dado material. Dentro do uso encontrado na Engenharia de modo geral, a rugosidade é considerada como sendo o resultado do processo de fabricação de uma determinada peça, evidenciado por marcas e irregularidades deixadas pela ferramenta que lhe deu a sua forma final (GONZÁLEZ, 1998; SILVA, F., 2006).

Dentro do contexto delimitado para esta pesquisa, a rugosidade deve ser compreendida como sendo o conjunto de irregularidades de uma dada superfície, passível de ser reconhecido pela mão humana, em especial os dedos. Portanto, a rugosidade, também chamada de textura, não envolve aqui considerações microscópicas do material, mas sim aqueles aspectos perceptíveis pelos sensores táteis disponíveis em grande quantidade nas mãos.

Para comparação das diferentes texturas dos corpos-de-prova, utilizou-se o Scanner Tridimensional a Laser do LdSM e o programa desenvolvido por Silva em sua dissertação de mestrado (SILVA, F., 2006). A medição da rugosidade dos vinte e cinco corpos-de-prova confeccionados foi guiada pela obtenção de dez linhas longitudinais com resolução entre pontos de 0,09 mm (Figura 14), orientadas no sentido mais extenso das peças, de 63 mm. Houve o cuidado em padronizar o local de captação destas linhas de rugosidade, para que fosse efetivo o cálculo comparativo entre estas.

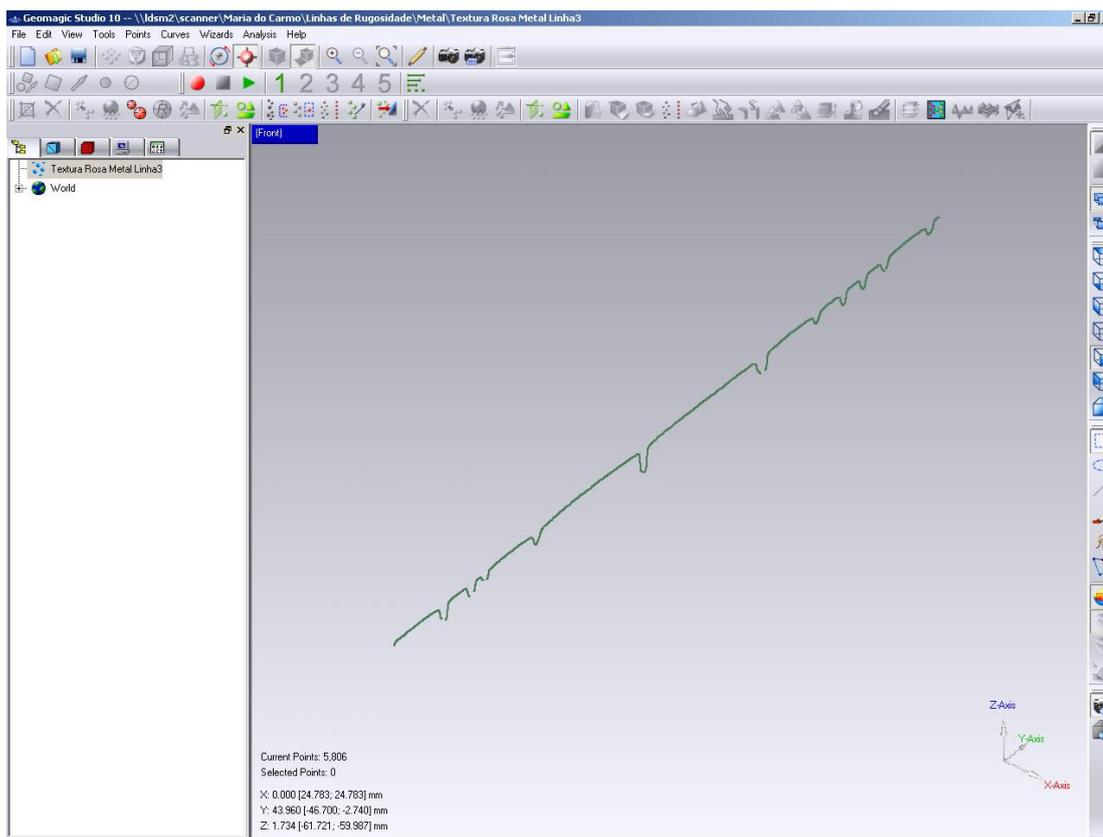


Figura 14: Interface do *software* utilizado para a visualização da linha de rugosidade selecionada no *Scanner*.

Uma dificuldade encontrada no emprego dos métodos de cálculo de rugosidade já disponíveis na literatura (GONZÁLEZ, 1998), e largamente utilizados para a medição de superfícies, foi a adaptação destes para a avaliação das texturas produzidas durante esta pesquisa.

Para o cálculo da rugosidade, inicialmente é estabelecida uma referência, chamada de linha média, que é disposta paralelamente à direção da maioria do perfil, e marca o ponto em que a soma das áreas superiores a ela e inferiores a ela, quando somadas, deem zero, se anulem. Existem diversos parâmetros para a avaliação da rugosidade (R_a , R_q , R_z , R_t), conforme apresentado por Silva, F. (2006). Para esta pesquisa foi utilizado a Rugosidade Média (R_a), pois este parâmetro de rugosidade é obtido através de uma média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento a partir da linha média, dentro de um comprimento de amostragem (*cutoff*). Esta média obtida pelo cálculo do

parâmetro Ra foi considerada adequada por permitir a comparação entre texturas bastante distintas.

As irregularidades encontradas em uma superfície podem ser divididas em dois tipos: uma maior, também chamada de ondulação, e sobre esta uma menor, ou rugosidade. Dentro das normas usualmente adotadas para o cálculo de rugosidades, as texturas das peças produzidas (Bolacha, Concha, Laranja, Pingos e Rosa) seriam as ondulações e as pequenas imperfeições, resultantes do material ou da ferramenta de fabricação, seriam a rugosidade. Como neste trabalho o foco está direcionado para a percepção tátil, foi necessário reconsiderar esses parâmetros da seguinte forma: as imperfeições do material (tradicionalmente analisadas como sendo a sua rugosidade) seriam consideradas um “ruído”, uma informação subliminar na leitura das linhas, enquanto que a ondulação seria priorizada como cálculo da rugosidade efetiva para esta pesquisa.

A fim de obter tal resultado, optou-se por trabalhar com um comprimento de amostragem (*cutoff*) maior, que revelaria mais a “ondulação” e menos a minúcia da rugosidade resultante do processo de fabricação. O valor deste *cutoff* foi delimitado a partir da medida média dos dedos indicadores. Foram avaliados nove dedos de indivíduos diferentes, os quais foram convidados a tocar em um dos corpos-de-prova previamente preparado com uma fina camada de pó branco. Assim, após friccionar o dedo sobre a textura, foi feita uma medição da área de contato (Figura 15), chegando ao fim a uma medida média de 1,5 cm. Essa foi a medida utilizada no *cutoff* das linhas de rugosidade obtidas por escaneamento.



Figura 15: Medida média da área de contato do dedo indicador.

A partir das dez linhas obtidas por corpo-de-prova foi calculada a rugosidade média de cada uma dessas amostras, sendo possível então gerar um quadro comparativo de rugosidades entre elas, conforme exemplificado pela Tabela 5.

Tabela 5 - Medidas do Ra médio dos corpos-de-prova. Unidades: μm

Textura/Material	Cerâmica	Chifre	Metal	Resina	Silicone	Média
Pingos	154,9	170,7	173,4	168,7	148,4	163,2
Laranja	148,9	193,7	193,7	187,2	76,1	159,9
Concha	99,5	141,8	120,0	127,7	132,4	124,3
Bolacha	113,4	109,6	124,6	125,1	113,4	117,2
Rosa	78,9	89,6	100,1	92,5	165,0	105,2

Pela análise dos dados acima, é possível estabelecer uma ordenação entre as diferentes texturas, independentemente dos materiais em que as mesmas foram feitas. Desta forma, a textura “Pingos” seria, na média, a mais rugosa, e a textura “Rosa” a menos rugosa.

Um segundo momento da análise de rugosidade foi considerar as possíveis diferenças entre as peças que fossem o resultado das escolhas de materiais e de processos de fabricação. Certamente cada material apresenta particularidades, assim como o método empregado na sua conformação, o qual pode ser mais ou menos fiel quando comparado ao modelo original gerado em ambiente virtual. Para fins de comparação destas qualidades

específicas de cada material e processo, foi feito um escaneamento completo das peças de uma textura determinada, em suas cinco versões de materiais. A textura selecionada para este objetivo foi a “Pingos”, devido à complexidade intermediária de sua usinagem, representando bem o total de texturas fabricadas.

As nuvens de pontos, com resolução de 0.1 mm, obtidas a partir do escaneamento completo dos corpos-de-prova, foram então sobrepostas ao arquivo original desta textura, sendo possível visualizar, pela variação de cores, em quais áreas houve um maior distanciamento entre a peça fabricada e o modelo. Nas Figuras 16 a 20 é possível verificar as diferenças apresentadas pelos cinco corpos-de-prova.

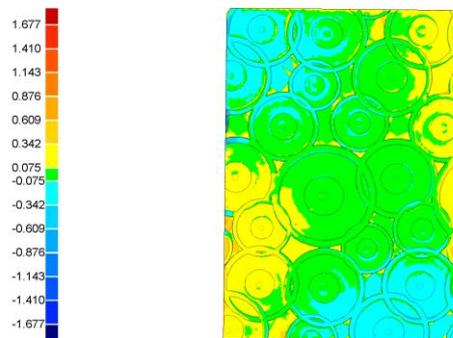


Figura 16: Comparação do Modelo Original (Verde) e a Peça em Cerâmica (Colorida)

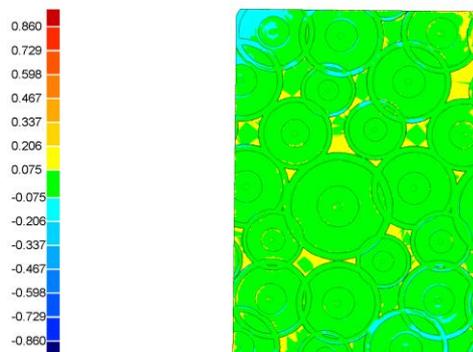


Figura 17: Comparação do Modelo Original (Verde) e Peça em Chifre (Colorida)

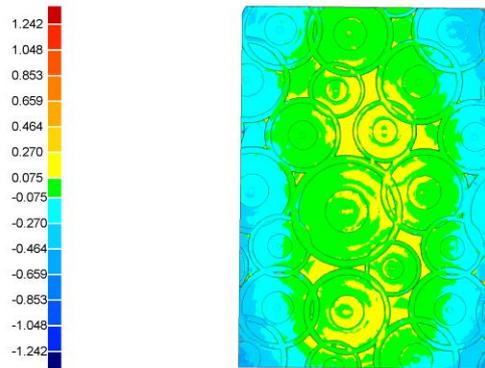


Figura 18: Comparação do Modelo Original (Verde) e Peça em Resina (Colorida)



Figura 19: Comparação do Modelo Original (Verde) e Peça em Silicone (Colorida)

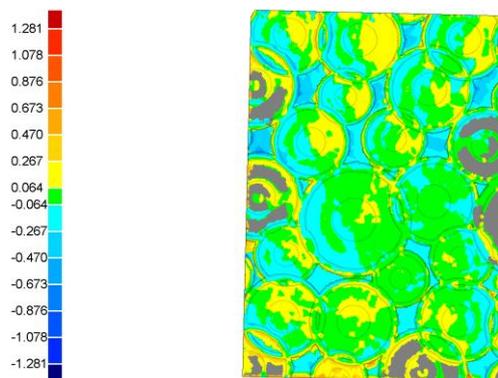


Figura 20: Comparação do Modelo Original (Verde) e Peça em Metal (Colorida)

Essas diferenças encontradas entre os corpos-de-prova e o modelo virtual, evidenciam a dificuldade em reproduzir com fidelidade o detalhamento especificado originalmente. Tal questão é importante de ser considerada quando houver grande variação

entre os materiais e processos de fabricação, o que pode acarretar em uma diferença perceptiva entre as peças que não fora inicialmente prevista.

3.2.6.2 Condutividade Térmica

Condutividade térmica é uma propriedade física dos materiais que é descrita como a habilidade dos mesmos de conduzir calor (CALLISTER JR., 2002). Quando há um gradiente de temperatura na natureza, o calor flui do objeto quente para o objeto frio. Esse fluxo de calor pode ocorrer por condução, convecção ou radiação. No caso da condução, o calor é conduzido por átomos colidindo uns contra os outros e, nos metais os elétrons também se somam a esse fluxo de calor, o que explica os metais serem bons condutores de calor. O fluxo de calor por condução ocorre via colisões entre átomos e moléculas de uma substância e a subsequente transferência de energia cinética. Nos materiais cerâmicos o fluxo de calor também se dá pela vibração de toda a rede de átomos.

Um material será percebido como “frio” ao toque se ele conduzir rapidamente o calor recebido pelo dedo. Segundo Ashby e Johnson (2002), o calor se transmite do dedo para a superfície do material de forma que, depois do tempo ‘t’ uma profundidade ‘x’ do material foi aquecida significativamente enquanto sua parte mais remota não foi aquecida. A partir disto, resulta a equação de:

$$x = \sqrt{at}$$

onde “a” é a difusão térmica do material.

Segundo estudo desenvolvido por Goedert, Cândido e Kindlein Júnior (2006), a área superficial da amostra não é um fator determinante para se estabelecer uma ordem na taxa de transferência de calor, mas sim a profundidade das texturas presentes nesta superfície.

Para verificar a distribuição de temperatura nos corpos-de-prova delimitou-se trabalhar com a técnica de termografia. De acordo com Muller (2007), a inspeção termográfica é uma técnica não destrutiva que utiliza os raios infravermelhos para medir temperaturas ou observar padrões diferenciais de distribuição de temperatura, com o

objetivo de fornecer informações relativas à condição operacional de um componente, equipamento ou processo.

O termógrafo, ilustrado pela Figura 21, capta a radiação emitida pela superfície analisada. Como resultado obtém-se uma imagem que revela os campos de temperatura superficial. O termógrafo utilizado para a aquisição de termografias foi o modelo “HY6800” da marca “SAT” pertencente ao Laboratório de Materiais Cerâmicos (LACER) da UFRGS. A análise das termografias foi feita com o *software* SatReport.



Figura 21: Termógrafo SAT – HY6800.
Fonte: SATIR, 2008.

O experimento foi conduzido em uma sala climatizada do LACER, cujo termômetro indicava a temperatura da sala em 21°C. Inicialmente foi feita uma medição da mão da pesquisadora, para verificar sua temperatura (Figura 22).

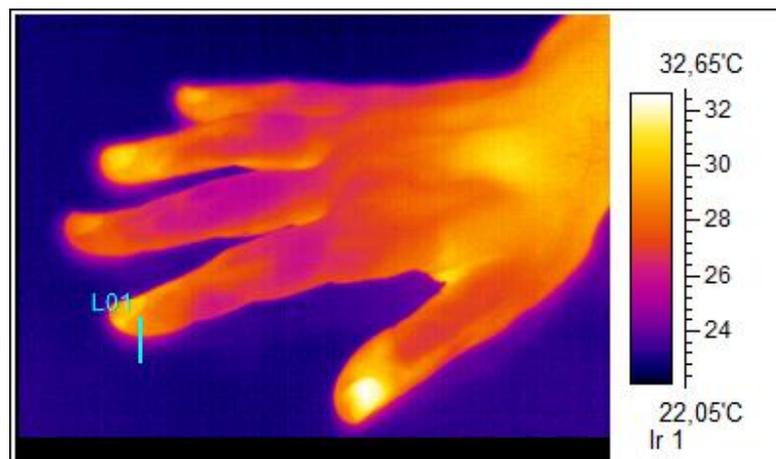
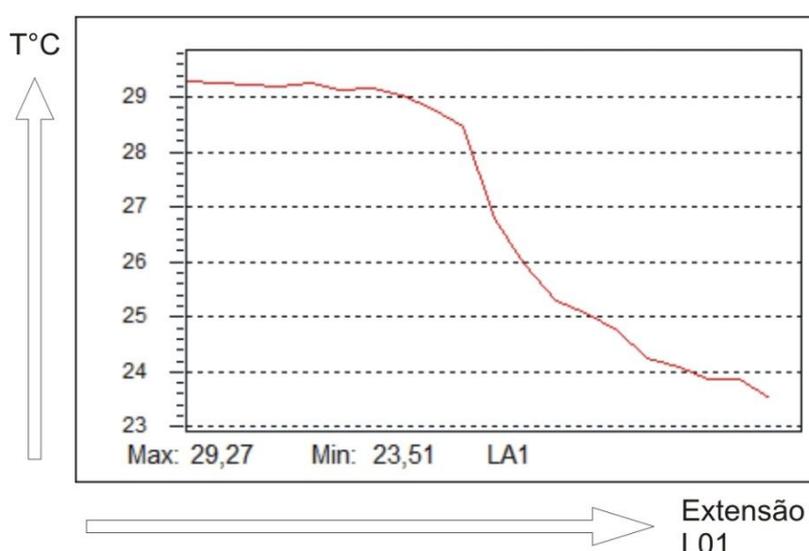


Figura 22: Termografia da mão da pesquisadora ao chegar para o teste.
Fonte: Termógrafo LACER-UFRGS

A partir da termografia, e utilizando o *software* Sat Report Standard que acompanha o Termógrafo, é possível visualizar as temperaturas através da atribuição de cores que variam do amarelo-pálido (mais quente) ao azul (mais frio). Ao lado da imagem uma régua correlaciona as cores com os graus Celsius. Outra ferramenta deste *software* permite ainda traçar uma linha sobre a imagem, no caso a linha L01 em azul da Figura 22, e a partir dela gerar um gráfico que mostra as temperaturas (eixo x) ao longo dessa linha traçada (eixo y), conforme pode ser observado na Figura 23.



A pesquisadora tocou nos corpos-de-prova com o dedo indicador, mantendo o contato por dez segundos, valor controlado com um cronômetro, após os quais o dedo era retirado. O registro feito com o termógrafo foi feito em dois momentos: durante o contato com a peça e logo após a retirada do dedo. Houve variações com relação aos materiais dos corpos-de-prova, conforme indicado nas Figuras 24 a 28:

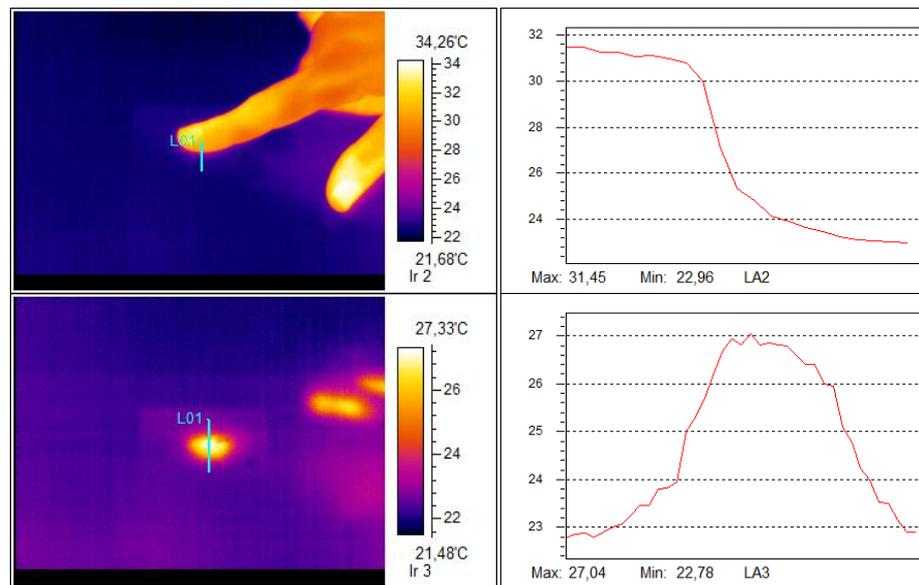


Figura 24: Termografia do corpo-de-prova em chifre.
Fonte: Termógrafo LACER- UFRGS

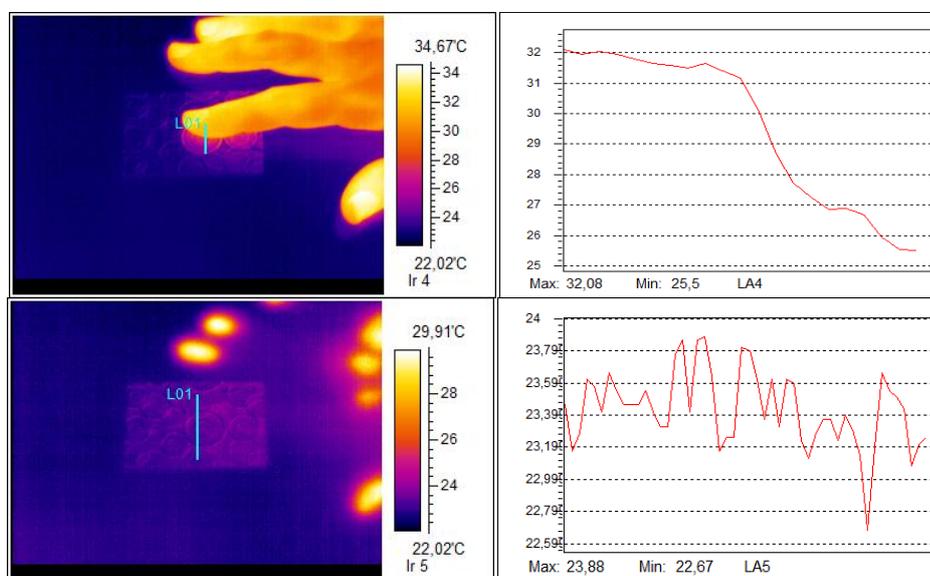


Figura 25: Termografia do corpo-de-prova em metal.
Fonte: Termógrafo LACER - UFRGS

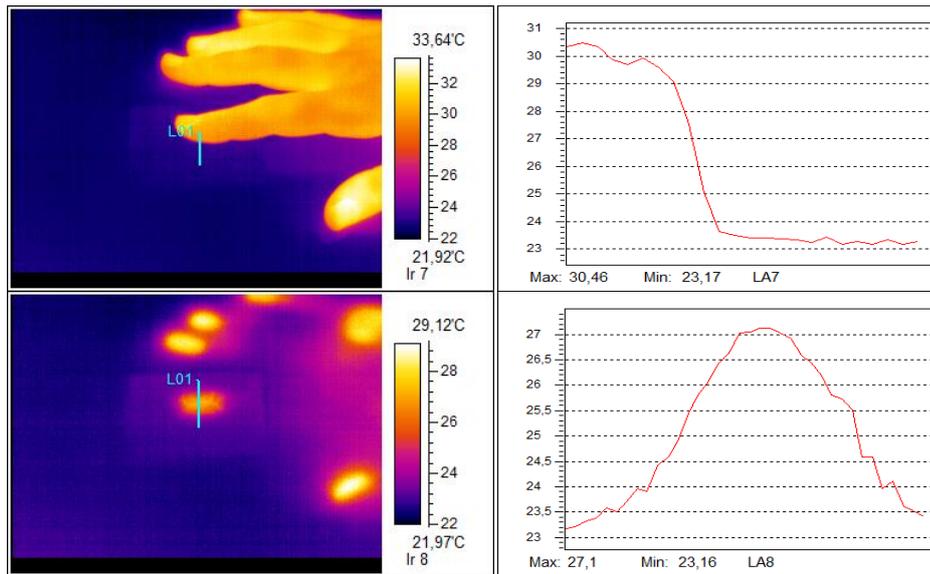


Figura 26: Termografia do corpo-de-prova em cerâmica.
Fonte: Termógrafo LACER - UFRGS

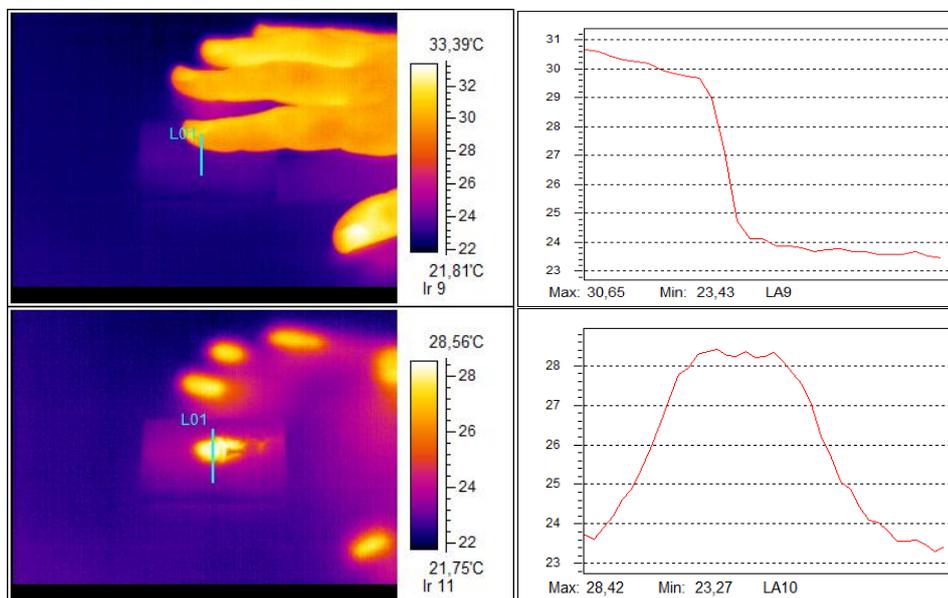


Figura 27: Termografia do corpo-de-prova em silicone.
Fonte: Termógrafo LACER - UFRGS

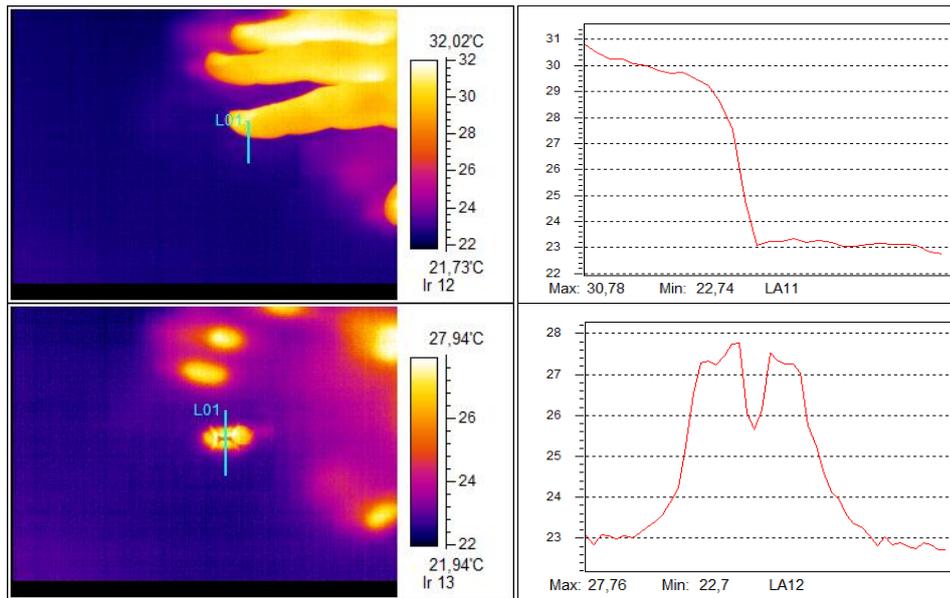


Figura 28: Termografia do corpo-de-prova em resina.

Fonte: Termógrafo LACER - UFRGS

Ao término do experimento, a pesquisadora percebeu que houve uma variação na temperatura da sua mão, de forma que foi feita uma nova termografia, que comprovou esta alteração (Figura 29). Entretanto não se acredita que a alteração de aproximadamente 1°C no dedo da pesquisadora venha a interferir consideravelmente nos resultados obtidos ao longo do experimento.

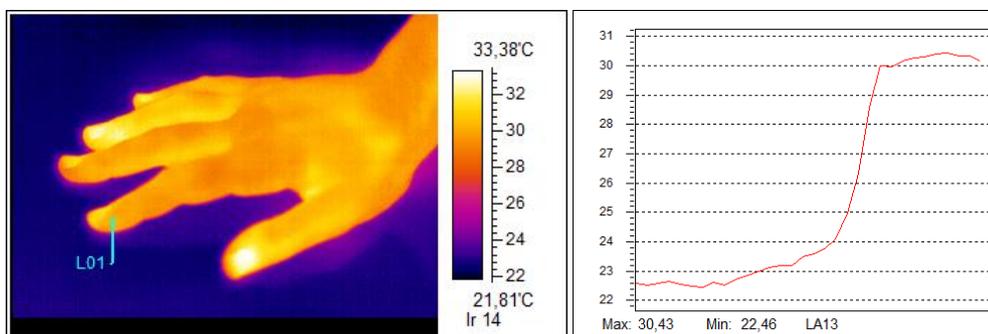


Figura 29: Termografia da mão da pesquisadora ao sair da sala.

Fonte: Termógrafo LACER-UFRGS

Uma análise das Figuras 24 a 28 permite indicar um ordenamento entre os corpos-de-prova de acordo com a temperatura máxima remanescente nas peças após o mesmo período de contato (Tabela 6). Observa-se pelas imagens, por exemplo, que o corpo-de-prova em metal não concentrou o calor obtido através do toque, enquanto que o corpo

de prova em silicone apresenta uma região nítida de foco. Os corpos-de-prova com maior retenção de calor possuem a menor condutividade térmica, visto que o calor aplicado sobre elas não se dissipou pelo material da peça.

Tabela 6 - Temperaturas máximas resultantes do contato.

Silicone	Resina	Cerâmica	Chifre	Metal
28,42°C	27,76°C	27,10°C	27,04°C	23,88°C

Cabe ressaltar que as medidas indicadas pelo Termógrafo não são medidas absolutas e que, no caso de um estudo mais específico, pode-se também incluir a análise das condutividades térmicas indicadas pelos próprios fabricantes dos materiais empregados.

3.2.6.3 Dureza

A dureza do material é sua capacidade de resistir a uma deformação plástica localizada (CALLISTER JR., 2002). Os parâmetros de dureza podem ser calculados a partir de equipamentos como, por exemplo, o Microdurômetro Struers Duramin (Figura 30).



Figura 30: Microdurômetro Struers Duramin.

Este tipo de equipamento conta com uma lupa para a visualização e foco da amostra e um indentador, o qual exerce uma pressão determinada sobre a amostra. A partir deste teste é possível visualizar e medir as diagonais da marca resultante e indicar quanto o material foi penetrado (Figura 31). Quanto mais macio o material, maior e mais profunda é a impressão e menor é o índice de dureza.

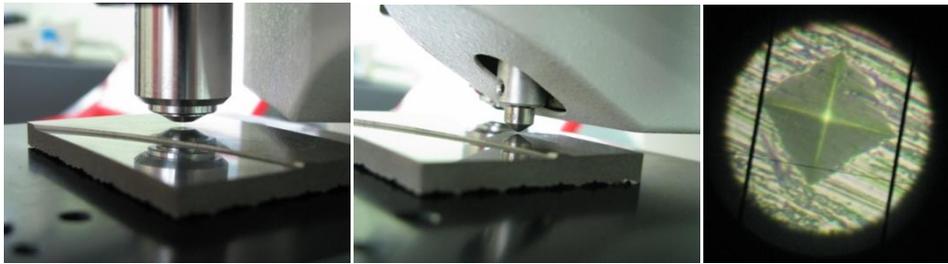


Figura 31: Etapas da medição de dureza.

Existem diferentes medidas de dureza, adequadas a diferentes tipos de materiais (Figura 32). Buscando um método que correlacionasse os cinco tipos de materiais empregados nos corpos-de-prova, foram conduzidas diversas medições de dureza, utilizando as escalas adequadas para cada material.

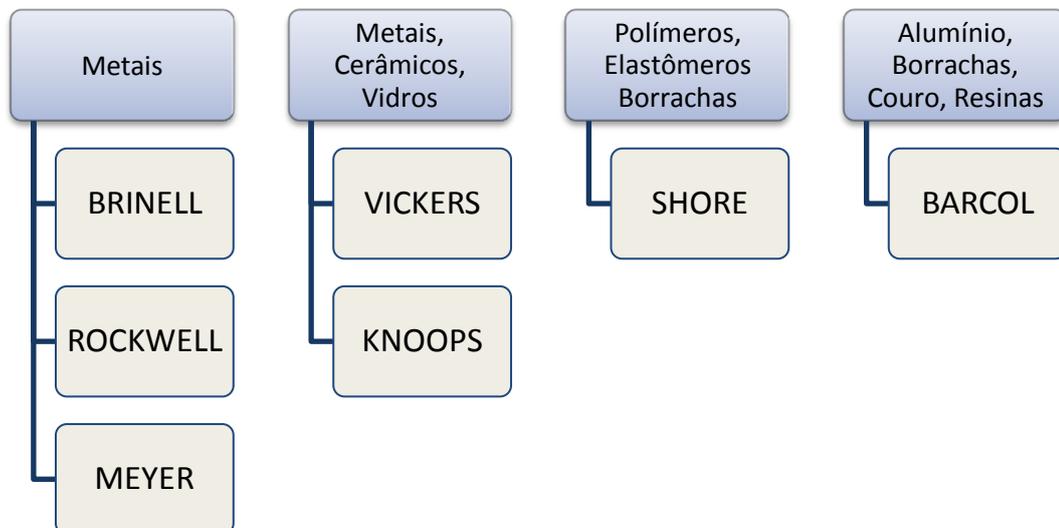


Figura 32: Tipos de dureza para os diferentes materiais

Para medir a dureza do corpo de prova metálico foi utilizado o Durômetro disponibilizado pelo Laboratório de Caracterização de Materiais (LACAR) da UFRGS, que trabalha com a dureza Rockwell (HR), em específico para este caso, o Rockwell B (HRB). Os penetradores utilizados nos ensaios de dureza Rockwell podem ser esféricos (esfera de aço temperado) ou cônicos (cone de diamante com 120° de conicidade). Utilizando um penetrador cônico, foi estabelecida uma pré-carga de 10 kg, a qual é utilizada para acomodar a ponteira na amostra, de forma que ela não deslize quando for impressa a carga maior. Logo na sequência, a amostra foi submetida a uma carga superior, de 90 kg. A leitura do grau de dureza resultante deste teste é feita diretamente em um mostrador acoplado à máquina de ensaio. Este teste foi repetido cinco vezes, obtendo resultados de 79, 78, 77, 75 e 75 HRB. A média resultante destes ensaios é de 76,8, ou seja, aproximadamente 77 HRB.

Na medição do corpo de prova em resina foi utilizado o Durômetro da marca Mainard que mede a dureza Shore D. O teste foi realizado com o equipamento e colaboração do Laboratório de Materiais Poliméricos (LaPol) da UFRGS. Sobre o corpo de prova foi impressa uma carga de 5 kg, mantida por 15 segundos. A leitura do resultado é feita automaticamente pelo leitor digital do próprio Durômetro. Foram obtidos os seguintes valores para os sete ensaios realizados: 74, 71, 69, 72, 63, 72, 71 unidades. A média destes resultados é 70,2, ou seja, aproximadamente 70 Shore D.

Também no LaPol foram realizados os testes de dureza com os corpos-de-prova em silicone. Para este fim, foi utilizado um Durômetro Mainard que mede a dureza Shore A. Essa dureza é utilizada para polímeros mais macios, enquanto que a Shore D é adequada para aqueles mais duros. As escalas Shore A e Shore D se sobrepõem nos valores mais altos da A e mais baixos da D. Foi feita uma carga de 1 kg, utilizando um indentador quadrado. Percebeu-se com os três testes realizados, que o silicone era muito macio, pois foi obtido como resultados 4, 5 e 5 unidades Shore A, o que é bastante baixo. Estes valores fogem da escala de aceitação de confiabilidade da escala Shore, que considera a precisão dos resultados a partir do valor 10. Analisando as especificações técnicas do silicone (Anexo A), verificou-se uma variação entre o valor obtido pelo teste (4-5) do valor reconhecido pelo fornecedor (7-10). Uma repetição nos testes poderia descartar essa diferença. Entretanto, utilizando estes valores como uma medida de comparação entre as amostras, de qualquer

forma o silicone se coloca como sendo a amostra menos dura, já que se encontra dentro da escala Shore A.

Com relação ao corpo de prova em cerâmica, foi feito inicialmente o lixamento e polimento de uma amostra deste material, a qual fora queimada na mesma temperatura dos corpos-de-prova para que apresentasse as mesmas características. O objetivo da preparação desta peça seria a medição com o Microdurômetro de marca Micromed, do LACER, o qual trabalha com a dureza Vickers (HV) e necessitaria de uma superfície bastante plana e polida para medir a indentação. Infelizmente, as cargas aplicadas (200g e 300g) não deixaram marcas na amostra. Outros ensaios foram realizados pelo Instituto de Física da UFRGS, também com um Microdurômetro de dureza Vickers (HV). Os testes aplicaram cargas de 100, 200 e 500g. Os dois primeiros produziam uma impressão que não era possível de ser visualizada em nome do esfarelamento do material. Já com a carga de 500g se produziu uma grande área de depressão, sem que houvesse uma impressão definida. Foi aplicado pó de grafite na superfície para auxiliar na visualização das peças. Um terceiro experimento foi realizado no LACAR, utilizando um Durômetro Rockwell para medição de Rockwell superficial, com ponteira cônica de diamante. O marcador, ainda no momento de imprimir a pré-carga de aproximadamente 3 kg, fraturou a peça. Finalmente, foi conduzido mais um experimento junto ao Laboratório de Metalurgia Física (LAMEF) da UFRGS, onde a amostra cerâmica foi testada com o Microdurômetro Struers Duramin (Figura 30) que também mede a dureza Vickers. Foi feita uma carga de 2 kg sobre a peça, após a qual foi realizada a metalização da peça para posterior visualização da mesma no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). No MEV foi possível identificar uma região de impressão, a partir da qual se traçou as diagonais da indentação (Figura 33) e se calculou o valor aproximado de 43 HV.

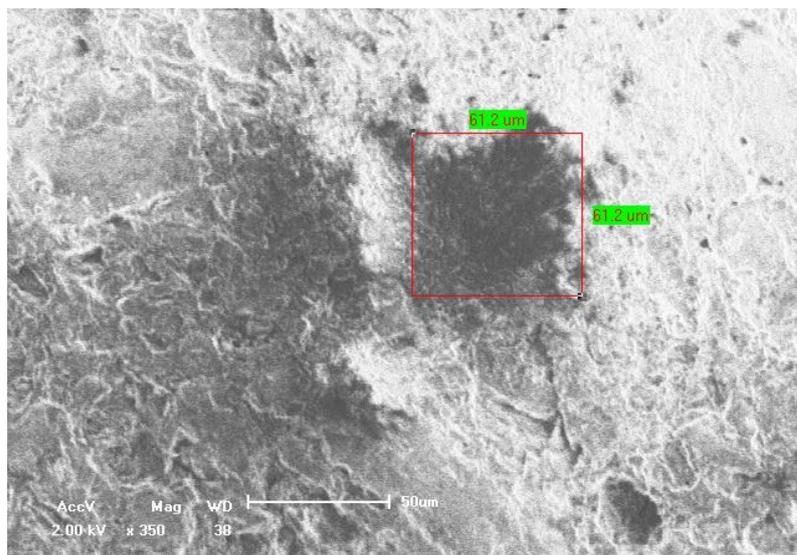


Figura 33: Imagem do MEV para indentação no corpo-de-prova em cerâmica.

É importante lembrar que esse não é um valor representativo da amostra, em vista do que se considera o resultado obtido como não sendo válido para esta pesquisa. Acredita-se que o ideal seja testar a dureza deste tipo de material com medidas de dureza ainda mais baixas ou outro método que não envolva a análise visual, visto que se trata de um material extremamente frágil.

Para medir a amostra de chifre bovino foram conduzidos dois experimentos distintos. O primeiro foi realizado no LACAR, utilizando o mesmo Durômetro para medição de Rockwell superficial já empregado na medição da amostra cerâmica, mas desta vez o experimento foi feito com uma ponteira esférica, com uma pré-carga de aproximadamente 1,5 kg e uma carga final de 15,6 kg, a menor possível. No momento da impressão da carga total, a ponteira ultrapassou a medida válida de penetração do material, que é de $2/3$ da esfera, invalidando o resultado do teste. Um último teste foi realizado com o auxílio do LaPol. O equipamento utilizado foi o Durômetro da marca Bareiss, que mede a dureza Barcol. A escala de dureza Barcol é medida de 0 a 100. Foram feitos ao todo nove testes e os resultados obtidos foram os seguintes: 27, 25, 26, 33, 29, 32, 30, 27, 31 Barcol. A média destes resultados é 28,8, ou seja, aproximadamente 29 Barcol.

Para correlacionar estes resultados parciais seria útil contar com uma tabela de conversão de durezas. Entretanto, segundo Callister Jr. (2002), as medições de dureza

produzem valores relativos e não absolutos, de forma que é necessário cautela ao comparar resultados obtidos a partir de técnicas distintas. Este seria precisamente o caso dos corpos-de-prova medidos para esta pesquisa. Talvez por não ser realmente um método confiável, não foi possível encontrar uma tabela que abrangesse todos os tipos de durezas trabalhados. Desta forma, com o objetivo de fornecer apenas uma tabela ilustrativa e não conclusiva, foi feita uma adaptação de três fontes distintas, representadas em conjunto na Figura 34. Essa figura permite comparar visualmente as relações de equivalência que podem ser estabelecidas entre as diferentes escalas de dureza.

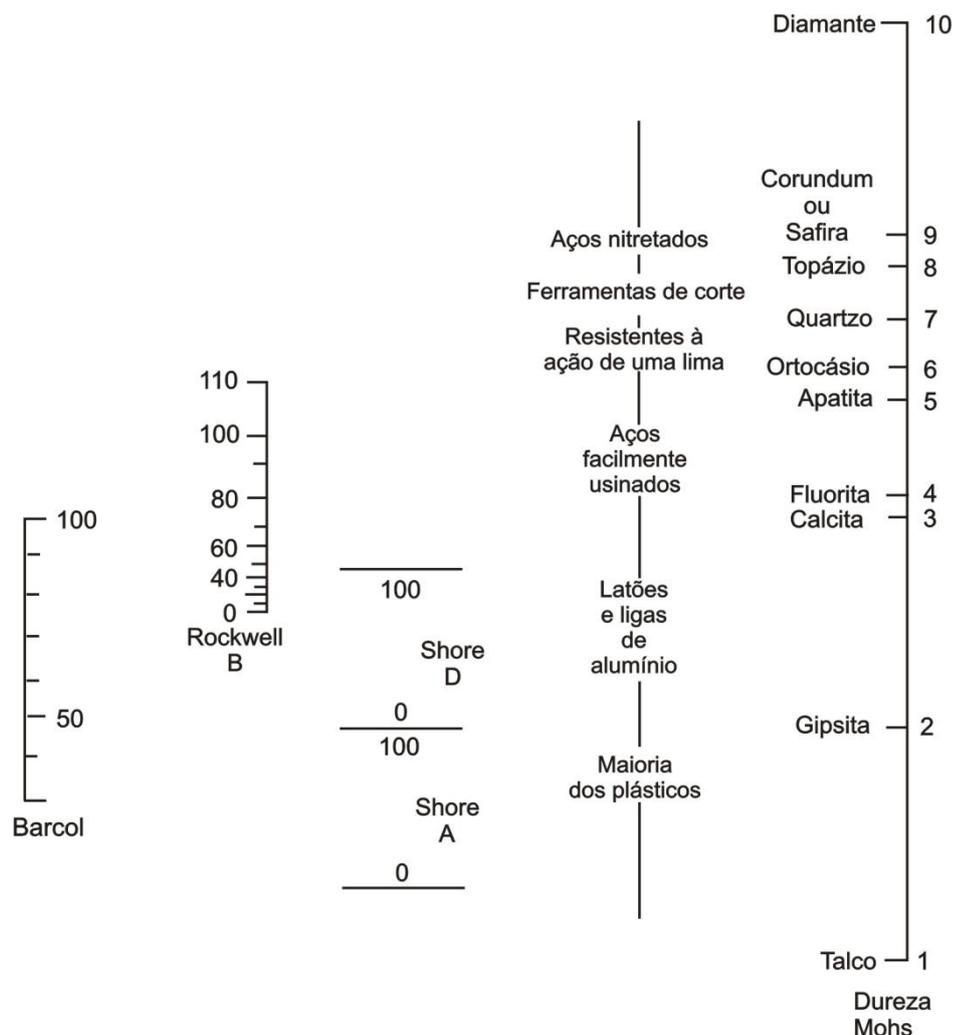


Figura 34: Comparação entre diferentes escalas de dureza.

Fonte: Adaptado pela autora a partir de Callister Jr. (2002); Harper e Petrie (2003) e CALCE (2009).

A partir desta figura podem-se correlacionar os dados obtidos pelas medições de dureza, obtendo as seguintes relações entre os materiais:

Tabela 7 - Correlação entre durezas das amostras

Silicone	Resina	Chifre	Metal	Cerâmica
7-10 Shore A	70 Shore D	29 Barcol	77 HRB	-

Para esclarecer e complementar a medição da dureza de amostras tão distintas, foi escolhido trabalhar igualmente com a escala de Mohs, a qual apesar de também fornecer dados não absolutos, permite comparar as amostras entre si dentro da mesma escala. Esta escala se originou nos primeiros testes de dureza, onde eram utilizados minerais naturais, os quais eram empregados para riscar as amostras. Se um material é capaz de riscar o outro isso significa que este se trata de um material mais duro. A Tabela 8 ilustra os materiais e unidades que compõem a escala de Mohs.

Tabela 8 - Escala de Dureza Mohs

Dureza	Mineral	Fórmula química
1	Talco	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	Gipsita ou Gesso	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Calcita	$CaCO_3$
4	Fluorita	CaF_2
5	Apatita	$Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$
6	Feldspato / Ortoclásio	$KAlSi_3O_8$
7	Quartzo	SiO_2
8	Topázio	$Al_2SiO_4(OH, F)_2$
9	Corindon	Al_2O_3
10	Diamante	C

Fonte: Adaptado a partir de Leinz (1974)

Para a realização destes testes, foi feita uma visita ao Laboratório de Geologia, onde foram disponibilizados os materiais apropriados para este experimento, conforme ilustra a Figura 35.



Figura 35: Materiais utilizados para a medição da Dureza segundo a escala de Mohs.

Nesta imagem, partindo da esquerda para a direita, pode-se ver: Gipsita, Calcita, Fluorita, Estilete de Aço, Vidro, Quartzo, Topázio, Corindon e o Diamante, o qual estava incrustado na base de uma estrutura de “caneta”. No decorrer do teste, foi escolhido comparar os corpos-de-prova também com a Galena, por esta oferecer um valor intermediário (2,5), entre a Gipsita e a Calcita.

Foi observado, a partir do teste realizado manualmente e verificado com o auxílio de uma lupa, que as durezas das amostras são como mostra a Tabela 9:

Tabela 9 - Valores das durezas dos materiais utilizados nos corpos-de-prova, segundo a escala Mohs.

Material	Valor de dureza Mohs	Riscado por
Silicone	< 2	Riscado por Gipsita
Resina	< 2	Riscada por Gipsita
Chifre	< 2,5	Riscado por Galena
Metal	< 3	Riscado por Calcita
Cerâmica	< 6 / 6,5	Riscado por Vidro

Embora o teste aponte a Resina e o Silicone como sendo amostras de dureza semelhante, sabe-se pelos resultados obtidos através dos testes específicos realizados com estes corpos-de-prova, que o silicone é bem menos duro que a resina. Ao medir esta amostra com o método de Mohs, ficou evidente a dificuldade de identificar o risco deixado

pelo material friccionado, pois o baixo módulo de elasticidade e a alta deformação elástica do silicone, não permitem esse tipo de marca. O módulo de elasticidade (E), ou módulo de Young, é obtido através da relação entre a tensão (σ) e a deformação (ϵ) com relação a um material. Segundo Callister Jr. (2002) quanto maior for o módulo de elasticidade, mais rígido será o material, ou seja, menor será a deformação elástica decorrente de uma tensão aplicada sobre ele.

Combinando os valores obtidos através dos ensaios realizados com os Durômetros e com a escala de Mohs, podem-se estabelecer as seguintes relações entre os materiais dos corpos-de-prova:

Tabela 10 - Resultados de dureza para os corpos-de-prova segundo a Escala de Mohs e ensaios realizados com os Durômetros.

Medição/Material	Silicone	Resina	Chifre	Metal	Cerâmica
Escala de Mohs	< 2	< 2	< 2,5	< 3	< 6 / 6,5
Durômetros	7-10 Shore A	70 Shore D	29 Barcol	77 HRB	-

Acredita-se que, para o uso específico em cada projeto de design, devem ser avaliados quais os melhores métodos a se empregar, em função principalmente da variação de propriedades entre os diferentes materiais.

3.3 Análise sensorial dos corpos-de-prova

Após a medição física dos corpos-de-prova, utilizando equipamentos específicos para cada propriedade e característica que se desejava medir, foi conduzida uma etapa de análise sensorial, que estabelece valores quantitativos a partir da percepção humana. Para realizar esta medição, foi utilizada uma metodologia bastante empregada na Engenharia de Alimentos: a Análise Descritiva Quantitativa. Este método permite descrever os atributos sensoriais de uma amostra, uma etapa qualitativa, e também verificar a intensidade destes atributos em cada amostra, uma etapa quantitativa. Esta pesquisa foi conduzida a partir das etapas que tradicionalmente compõem este tipo de análise.

3.3.1 Recrutamento e seleção de julgadores

Inicialmente foi feito um recrutamento dos julgadores que passariam pelo treinamento. Como o treinamento a ser realizado compreenderia um período de aproximadamente três meses, sendo este tempo estimado a partir dos treinamentos descritos por Silva, M. (2004), seria importante captar pessoas que frequentassem a UFRGS rotineiramente, de forma a garantir sua permanência até o término da avaliação. Desta forma, foram distribuídos vinte e um questionários entre as pessoas frequentadoras do LdSM e alguns alunos de graduação e pós-graduação em Design da mesma universidade. Normalmente é necessário recrutar de 40 a 50 candidatos para que se consiga obter destes de 8 a 15 julgadores, entretanto neste caso específico, talvez em função do perfil dos entrevistados, foi possível recrutar dezesseis julgadores a partir dos vinte e um indivíduos questionados. A função destes questionários foi a de apresentar a proposta da pesquisa, levantar dados dos julgadores e avaliar suas capacidades de correlacionar graficamente valores percebidos em uma escala previamente determinada. O modelo do questionário utilizado está no Apêndice A.

Depois de avaliados os questionários, foram considerados aptos os candidatos interessados que dispunham de tempo, saúde, não apresentavam alergia aos materiais a serem testados ou alguma limitação sensorial significativa nas mãos, boa expressão e bons resultados nos testes de escalas, marcando valores dentro de 10% dos valores corretos para cada figura apresentada. Esses testes que avaliavam a capacidade discriminativa e associativa quando na solução de problemas de proporção gráfica são importantes, pois identificam a capacidade do julgador em traduzir posteriormente para o papel sua percepção tátil.

A partir das datas e horários sugeridos pelos candidatos, foi determinado o local dos encontros: a sala do Programa de Pós-Graduação em Design (PGDesign - UFRGS). Esta sala foi selecionada em função da disponibilidade de horários, por ser um ambiente bem localizado e de fácil acesso, livre de interferências sensoriais, limpo e com boa iluminação.

Combinando os resultados dos questionários, o horário e data dos encontros estabelecidos em função da sala e da maioria dos julgadores, foi possível selecionar

dezesesseis, dos vinte e um julgadores recrutados. Considerou-se mais importante treinar uma única equipe maior do que duas equipes menores, fato esse que excluiu alguns indivíduos recrutados em função de sua disponibilidade de tempo para os treinamentos. Esta decisão foi tomada em nome de uma maior interação do grupo e por fortalecer o treinamento, já que se houvessem desistências os grupos pequenos poderiam se extinguir. Segundo Silva, M. (2004), o mínimo de julgadores necessários para realizar um treinamento estatisticamente válido, é oito. Desta forma, foram iniciados os encontros, uma vez por semana, com duração de aproximadamente uma hora cada um, contando com a presença de 16 indivíduos. O perfil destes julgadores foi o seguinte:

- Gênero: 10 mulheres / 6 homens
- Idade: 20-30 anos: 13 pessoas / 30-40 anos: 3 pessoas

As informações detalhadas sobre o treinamento como um todo foram repassadas aos participantes no primeiro encontro: foram esclarecidos os objetivos dos testes, o tempo necessário para cada encontro e a previsão do número total de encontros, a importância da frequência dos testes e a necessidade da seleção e do treinamento.

Embora tradicionalmente na análise sensorial de alimentos os julgadores sejam inicialmente submetidos a três testes distintos, que avaliam sua memória sensorial e habilidade em descrever odores, seu poder de percepção para os quatro gostos básicos e seu poder de discriminar variações sensoriais entre amostras semelhantes, para esta pesquisa não foram realizadas medições quanto aos odores e gostos básicos, por não se aplicarem à avaliação tátil dos corpos-de-prova. Foram feitos apenas os testes que avaliassem o poder de discriminar as variações sensoriais entre amostras semelhantes, pois essa habilidade é fundamental para as etapas posteriores do treinamento.

Para testar o poder discriminativo dos candidatos, foram conduzidos Testes de Diferença Triangulares, onde ao julgador foi solicitado reconhecer em uma ficha de avaliação (Apêndice B) qual, dentre três amostras codificadas e apresentadas em cabines, seria a diferente (Figura 36).



Figura 36: Imagem da cabine utilizada nos Testes Triangulares

Neste teste é importante utilizar uma das amostras que compõem a pesquisa, posta ao lado de uma amostra similar, porém que tenha sido alterada em alguma de suas características. Por exemplo: na avaliação da dureza foi apresentada uma amostra de silicone, o mesmo material empregado nos corpos-de-prova, pareada com outra amostra de silicone, este de outra qualidade, um pouco menos duro. Foram realizados ao todo cinco testes para cada atributo a ser avaliado (condutividade térmica, rugosidade e dureza), totalizando quinze testes ao término desta etapa. As amostras, apresentadas em cabines que não permitiam sua visualização, foram codificadas com números aleatórios de três dígitos, de forma a não criar uma situação tendenciosa, onde um número poderia ser associado com um valor, uma ordenação, ou até mesmo conduzir a uma preferência individual.

Ao longo dos testes foram feitas alterações quanto ao grau de dificuldade de reconhecimento dos atributos, pois amostras facilmente identificáveis fariam com que muitos acertassem os resultados, enquanto que aquelas com diferenças muito sutis entre si, fariam com que pouquíssimos julgadores obtivessem sucesso nesta etapa. Os ajustes foram feitos em função das respostas do grupo como um todo, além dos comentários dos julgadores ao término dos testes.

Os julgadores foram selecionados nesta fase a partir da porcentagem de acertos, que deve estar acima de 60% a 70% de acertos. Todos os dezesseis indivíduos recrutados foram considerados aptos a continuar o treinamento (Tabela 11).

Tabela 11 - Percentual de acertos dos julgadores nos Testes Triangulares

Julgador	Testes	Erros	Percentual de Acertos
Julgador 1	15	5	67%
Julgador 2	15	3	80%
Julgador 3	15	1	93%
Julgador 4	15	3	80%
Julgador 5	15	6	60%
Julgador 6	15	4	73%
Julgador 7	15	5	67%
Julgador 8	15	3	80%
Julgador 9	15	2	87%
Julgador 10	15	3	80%
Julgador 11	15	2	87%
Julgador 12	15	4	73%
Julgador 13	15	3	80%
Julgador 14	15	5	67%
Julgador 15	15	3	80%
Julgador 16	15	4	73%

3.3.2 Terminologia, definição de descritores e referências

Nesta etapa foi desenvolvida de forma descritiva pela equipe de julgadores uma terminologia específica para as características e propriedades que se desejava julgar, definindo os descritores empregados e as referências que foram posteriormente consultadas ao longo do treinamento. Visto que já havia uma delimitação de quais termos descritivos seriam utilizados ao longo desta análise (condutividade térmica, rugosidade e dureza), não foi feita uma listagem completa de descritores que poderiam ser atribuídos à percepção tátil. Para fins de treinamento e de conformidade entre os julgadores, buscou-se desenvolver uma discussão sobre os significados desses termos. Houve variações nas respostas, mas através de uma aglutinação de conceitos, obteve-se consenso, gerando uma

significação própria da equipe. Essa significação consolidada pelo grupo foi então comparada com as definições estabelecidas pela literatura clássica no assunto, a partir do que foi possível estabelecer os seguintes significados:

- Dureza: Resistência à penetração na superfície.
- Condutividade Térmica: Capacidade do material de conduzir calor.
- Rugosidade: Conjunto de irregularidades da superfície.

Logo na sequência, foram levantados quais os materiais que poderiam ser utilizados como referência de extremos para a condutividade térmica, rugosidade e dureza (Tabela 12). Esses materiais exemplificam as intensidades máximas e mínimas para cada termo em questão. Para o treinamento desenvolvido nesta pesquisa, não foram necessários os referenciais de qualidade, pois os referenciais de intensidade já cumpriram, neste caso, ambas as funções.

Tabela 12 – Materiais de referência adotados para o treinamento.

Rugosidade	Máxima:	Lixa 20
	Mínima:	Pedra polida
Condutividade Térmica	Máxima:	Placa de cobre
	Mínima:	Isopor
Dureza	Máxima:	Vidro
	Mínima:	Espuma

A partir destes dados foi possível gerar a Ficha de Avaliação Descritiva das Amostras (Apêndice C), a qual seria utilizada pela equipe ao longo do treinamento. Esta ficha apresenta, para cada um dos atributos a serem avaliados, uma escala de intensidade não graduada de 9 cm, cujos extremos estão relacionados aos materiais de referência estipulados pelo grupo, conforme indicado por Dutcosky (2007) e Silva, M. (2004). Para obter valores numéricos a partir dessa escala não graduada, colocou-se uma régua logo abaixo da linha da escala e se traduziu a marca feita pelo julgador em valores de zero a nove.

O valor mais baixo que pode ser atribuído a uma amostra é zero e o valor mais alto é nove. Nestes dois extremos estão os referenciais máximos onde, por exemplo, nove seria a dureza máxima de um material (representada pelo vidro) e zero a dureza mínima de um material (representada pela espuma). Esses materiais são passíveis de alteração ao longo do treinamento caso as referências estejam sensorialmente muito distantes das amostras e haja consenso entre os julgadores nesta identificação.

3.3.3 Treinamento e seleção de julgadores

O objetivo do treinamento foi permitir que os julgadores utilizassem a escala de intensidades de forma harmônica com relação a toda a equipe. O treinamento permite avaliar igualmente, se algum julgador não está bem inserido no grupo, ou se apresenta alguma dificuldade ainda não evidenciada nos testes anteriores.

Esta etapa foi considerada de presença indispensável e, portanto, eliminatória, pois a interação do grupo é fundamental para a modificação de padrões perceptivos e a geração de um consenso quanto às intensidades das amostras apresentadas em relação aos extremos indicados. Ao longo deste período, quatro dos dezesseis julgadores foram afastados em função do quesito ausência.

Durante o treinamento cada julgador, ao chegar à sala (Figura 37), seguiu uma sequência de passos ordenados. Inicialmente era feita a leitura da definição dos termos, conforme previamente estabelecido pelo grupo, os quais estavam disponíveis em cartazes junto às cabines com as amostras e atributos correspondentes. Na continuação, este julgador tocava nas referências de intensidade, dispostas em uma mesa auxiliar, logo antes da cabine de testes. Finalmente, o julgador tocava nas amostras codificadas, apresentadas de forma aleatória, avaliando os três exemplares disponíveis dentro da cabine com o uso da Ficha de Avaliação Descritiva. Foram apresentadas amostras semelhantes àquelas dos corpos-de-prova, porém não idênticas, pois o objetivo era apenas permitir que o treinamento estivesse dentro dos parâmetros que seriam avaliados posteriormente. Ao término da análise, os valores marcados na escala não graduada eram então traduzidos em centímetros com uma régua e compilados em uma tabela projetada na parede da sala com um *Data Show*. Assim que todos os julgadores houvessem terminado suas avaliações, as

quais eram feitas de forma individual, acontecia uma reunião para discutir os resultados obtidos.



Figura 37: Sala de treinamento (sala do PGDesign).

Houve bastante dificuldade em conduzir as discussões em direção a um consenso. Para facilitar a interação do grupo, que deve ser feita de forma ordenada de modo que as pessoas possam se ouvir umas às outras, foi sugerida a discussão em duplas ou trios. Esses pequenos grupos de discussão foram organizados identificando quais os julgadores que apresentavam uma maior discrepância de resultados entre si. Esse tipo de conversa se provou muito mais eficiente, pois cada um tendo um conceito próprio conseguia apresentá-lo para seu colega discordante, de forma que ambos tentando se convencer mutuamente se encaminhavam para um meio termo que correspondia à percepção da maioria do grupo.

Outro aspecto interessante revelado durante as discussões da equipe foi a necessidade de colocar os referenciais de intensidade dentro das cabines. O argumento se justificou porque as amostras estavam sendo apreciadas apenas com o sentido do tato, então a visão dos referenciais não contribuía para a identificação e correlação dos mesmos quando comparados às amostras. O grupo reivindicou também a separação da escala de intensidades não graduada, que trabalha com valores de zero a nove (0-9), em três partes, para facilitar a escolha de onde inserir a marcação. Em diversos momentos os julgadores percebiam, ao repassar os valores atribuídos individualmente para a tabela que continha os valores do grupo, que haviam se equivocado no momento de fazer a marcação e que não

esperavam que fosse “dar um resultado tão baixo”. Apesar de esta capacidade ter sido previamente avaliada, ainda durante o recrutamento dos julgadores, percebeu-se uma diferença interessante: o questionário propunha somente relações gráficas (visuais) e durante os testes foi necessário traduzir valores subjetivos (táteis) em marcações na escala, o que provocou alguma confusão entre os julgadores.

Ao longo do treinamento não foi considerada necessária a alteração dos materiais utilizados como referências de intensidade. Foi combinado pela equipe modificar a maneira de avaliar as amostras de condutividade térmica, padronizando em dez segundos o tempo de contato, de forma a criar uma temperatura estável entre o dedo e a amostra. Não houve padronização do movimento do dedo nas amostras de rugosidade e foi estabelecido não utilizar a unha para medir a dureza dos materiais, mas sim apenas a pressão do dedo.

Segundo Silva, M. (2004), o treinamento termina quando for verificado que cada julgador alcançou um bom poder discriminativo ao julgar os atributos, boa repetibilidade nos julgamentos de cada mesma amostra e consenso com os demais membros da equipe. A autora orienta que todos os julgadores devem provar, no mínimo, três amostras em três repetições.

Para verificar estes dados, ao término dos três primeiros testes foi feita uma Análise Estatística (Apêndice D) cujos resultados podem ser verificados na Tabela 13:

Tabela 13 - Resultado da Análise Estatística dos três primeiros testes

	Rugosidade	Dureza	Condutividade Térmica
Julgador 1	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 2	APROVADO	APROVADO	Baixo poder discriminativo
Julgador 3	Baixo poder discriminativo	APROVADO	APROVADO
Julgador 4	Sem consenso com o grupo	APROVADO	Baixo poder discriminativo
Julgador 5	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 6	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 7	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 8	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 9	Baixo poder discriminativo	Baixo poder discriminativo	APROVADO
Julgador 10	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 11	Baixo poder discriminativo	APROVADO	APROVADO
Julgador 12	Baixo poder discriminativo	APROVADO	Sem consenso com o grupo
Aprovados	7	11	9

Pode-se observar através dessa tabela que os atributos Dureza e Condutividade Térmica tiveram 11 e 9 julgadores aprovados respectivamente, e portanto a equipe poderia ser considerada treinada nestes atributos. Porém, no atributo Dureza, apenas 7 julgadores foram considerados hábeis, o que fica abaixo do mínimo de 8 julgadores necessários. Em função desses resultados, alcançados a partir dos três primeiros testes, verificou-se a necessidade de realizar mais uma avaliação, uma quarta repetição dos testes, buscando atingir o mínimo de oito julgadores.

Após a realização de um quarto teste, foi feita uma Análise Estatística considerando os três últimos testes (Apêndice E), cujos resultados podem ser verificados na Tabela 14:

Tabela 14 - Resultado da Análise Estatística dos três últimos testes

	Rugosidade	Dureza	Condutividade Térmica
Julgador 1	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 2	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 3	Sem consenso com o grupo	APROVADO	APROVADO
Julgador 4	Sem consenso com o grupo	Baixo poder discriminativo	APROVADO
Julgador 5	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 6	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 7	Baixo poder discriminativo	APROVADO	APROVADO
Julgador 8	APROVADO	APROVADO	Sem consenso com o grupo
Julgador 9	APROVADO	APROVADO	Sem consenso com o grupo
Julgador 10	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 11	APROVADO	APROVADO	APROVADO
Julgador 12	Baixo poder discriminativo	APROVADO	APROVADO
Aprovados	8	11	10

A partir da Análise Estatística das últimas três avaliações foi possível considerar a maioria da equipe de julgadores apta a prosseguir com a análise sensorial dos corpos-de-prova, com oito ou mais julgadores aprovados em cada um dos atributos. Como se pode verificar a partir da Tabela 14, dos doze julgadores participantes, quatro foram considerados não aptos no quesito “Rugosidade” (Julgador 3, 4, 7 e 12), um no quesito “Dureza” (Julgador 4) e dois no quesito “Condutividade Térmica” (Julgador 8 e 9). Mesmo assim, todos foram encaminhados para a próxima etapa, pois os julgadores eliminados em um atributo ainda foram considerados capazes quanto à avaliação dos outros atributos das amostras, além do que poderia ser constrangedor para estes julgadores não fazer uma das avaliações já que todas são feitas em sequência, na mesma oportunidade. Seria interessante conduzir mais testes, de forma a montar uma equipe maior e melhor treinada, mas considerando o tempo disponível para a conclusão desta pesquisa foi decidido por dar continuidade à aplicação da Análise Descritiva Quantitativa, para que fosse possível integralizar todas as suas etapas e exemplificar seu uso dentro da área do design.

3.3.4 Teste sensorial de avaliação dos corpos-de-prova

Depois de concluído o treinamento e tendo selecionado os julgadores habilitados, foi realizado o Teste Sensorial de avaliação dos corpos-de-prova. Para este teste final, alguns procedimentos foram idênticos àqueles empregados durante o treinamento: todos os julgadores experimentam todas as amostras em, pelo menos, três repetições utilizando a Ficha de Avaliação Descritiva, que recebeu marcações de referência nesta última etapa (Apêndice F) em função das necessidades levantadas pelos julgadores.

O teste também foi realizado de forma individual e a ordem da apresentação das amostras foi previamente definida de forma a garantir a aleatoriedade das combinações. Para isso se utilizou um delineamento experimental, onde o ideal, segundo Silva, M. (2004), é utilizar Blocos Completos Balanceados. Desta forma todos os corpos-de-prova foram apresentados juntos, permitindo com isso um alto efeito comparativo e discriminativo entre as peças.

Diferentemente do treinamento, desta vez as amostras foram codificadas com letras e não com números, para facilitar e agilizar a avaliação dos julgadores. Outra alteração em relação aos treinamentos foi na quantidade de amostras: cada cabine de avaliação continha cinco amostras distintas: os corpos-de-prova produzidos ao longo desta pesquisa. Na cabine do atributo “Dureza” foram apresentados os cinco materiais sem aplicação de texturas para que não houvesse interferência desse atributo na avaliação da dureza. Os julgadores deveriam graduar estas cinco amostras na escala da Ficha de Avaliação Descritiva.

A avaliação da “Rugosidade” foi dividida em duas cabines distintas: “Rugosidade 1” e “Rugosidade 2” em função de duas características diferentes que se buscou avaliar. Na primeira, “Rugosidade 1”, foram apresentados os cinco materiais trabalhados com a mesma textura, neste caso a “Pingos”, por acreditar-se ser esta uma textura com boa variação de relevo. Tendo o elemento “textura” repetido em todas as amostras, o avaliador poderia se concentrar então no material, nas diferenças promovidas por cada material na percepção da mesma textura. O objetivo deste teste seria avaliar as alterações percebidas entre estas peças, que estariam relacionadas ao material e ao processo de fabricação empregado. Na segunda cabine, classificada como “Rugosidade 2”, foram apresentadas as cinco texturas

diferentes (Bolacha, Concha, Laranja, Pingos e Rosa) confeccionadas no mesmo material: o metálico. A escolha deste material foi feita em função da fidelidade dessas amostras com relação ao arquivo original. As possíveis diferenças percebidas pelos julgadores entre estas peças estariam relacionadas às texturas, e não ao material, já que este não teria variado ao longo do teste.

Para os testes realizados em “Rugosidade 1” e “Rugosidade 2”, havia a possibilidade de que ocorressem resultados semelhantes na avaliação das amostras entre si e isso poderia ser atribuído a interferência marcante de um dos elementos, tanto do material quanto da textura. Isso equivaleria dizer que, se no primeiro experimento todas as avaliações apontassem um valor semelhante, a textura estaria prevalecendo sobre a percepção do material. Por outro lado, no segundo experimento, onde o material é o mesmo e as texturas são distintas, se os resultados indicassem valores semelhantes, o quesito “material” teria recebido muito mais destaque do que o quesito “textura”.

Originalmente o teste de Rugosidade buscava avaliar tão somente as texturas produzidas, sem considerar a interferência dos materiais. Entretanto, foi feita essa divisão em nome de uma verificação mais sutil, mesmo que os julgadores não houvessem sido treinados neste nível de detalhamento. Este teste permitiria comprovar se as amostras encontradas na cabine “Rugosidade 2” seriam mais facilmente diferenciadas pelos julgadores, pois uma alteração na textura seria, a princípio, mais sensível ao toque do que uma alteração sutil referente somente à mudança do material, como no caso das amostras apresentadas em “Rugosidade 1”. Houve inclusive a intenção de investigar se os julgadores perceberiam qualquer diferença entre os corpos-de-prova feitos com a mesma textura em materiais distintos (“Rugosidade 1”). Não foi explicada qual a variação entre as caixas “Rugosidade 1” e “Rugosidade 2”, mas os julgadores foram orientados simplesmente a avaliar as amostras destas caixas e apontar, se houvessem, as possíveis diferenças encontradas. Esta situação permitiria avaliar até que ponto o uso de texturas e de materiais diferentes poderia interferir no julgamento final da superfície do objeto. Revelar a importância e a função da correta seleção dos materiais e das texturas quando no projeto de produtos é uma contribuição para que designers possam definir com mais confiança quais elementos utilizar quando forem traduzir conceitos em objetos.

Finalmente, a “Condutividade Térmica” foi avaliada apresentando os cinco materiais, sem a interferência de texturas que pudessem alterar a percepção deste atributo. Houve um cuidado de manter um tempo razoável entre um julgador e outro para que as amostras voltassem à temperatura ambiente. O tempo que o julgador levava para fazer todas as avaliações, repassar a ficha ao mediador e chamar o próximo da fila foi considerado suficiente para este fim.

Os testes foram feitos no mesmo ambiente dos treinamentos, de forma individual. Todos os testes foram realizados no mesmo dia em função do tempo disponível, sendo os julgadores intercalados para que não houvesse memorização ou associação com as respostas de avaliações anteriores.

3.3.5 Análise estatística e interpretação dos resultados

Inicialmente foi feita uma média dos resultados obtidos com as três medições de cada amostra, em cada julgador, conforme ilustram as Tabelas 15 a 18.

Tabela 15 - Médias das avaliações de cada julgador no atributo Dureza

	Metal	Chifre	Cerâmica	Silicone	Resina
Julgador 1	9,00	9,00	9,00	0,99	9,00
Julgador 2	7,44	6,50	6,31	1,34	6,61
Julgador 3	8,90	8,67	8,74	3,75	8,83
Julgador 4	8,24	8,24	8,24	1,87	8,51
Julgador 5	7,77	6,88	6,24	1,84	7,08
Julgador 6	8,90	8,77	8,77	2,62	8,97
Julgador 7	8,25	8,41	8,06	3,28	8,45
Julgador 8	8,45	8,05	8,20	3,47	8,10
Julgador 9	8,67	8,08	8,36	3,78	7,75
Julgador 10	9,00	9,00	9,00	2,98	9,00
Julgador 11	8,60	7,09	7,53	1,70	8,13
Julgador 12	8,58	7,37	7,37	4,77	8,34

Tabela 16 - Médias das avaliações de cada julgador no atributo Rugosidade 1 (amostras de vários materiais com a mesma textura Pingos)

	Metal	Chifre	Cerâmica	Silicone	Resina
Julgador 1	8,50	6,78	7,77	0,87	7,27
Julgador 2	6,45	5,53	6,03	2,31	5,88
Julgador 3	6,97	7,25	6,52	3,88	7,11
Julgador 4	5,84	5,84	5,84	2,84	5,84
Julgador 5	6,69	6,03	4,47	2,67	5,69
Julgador 6	4,25	4,25	4,25	3,57	4,25
Julgador 7	4,75	4,80	5,43	3,45	5,74
Julgador 8	4,79	4,49	3,97	2,15	4,96
Julgador 9	5,62	5,10	6,17	4,47	5,62
Julgador 10	5,98	5,53	5,64	2,97	5,88
Julgador 11	3,92	4,02	5,31	1,94	3,55
Julgador 12	6,64	6,64	6,64	5,24	6,64

Tabela 17 - Médias das avaliações de cada julgador no atributo Rugosidade 2 (amostras de várias texturas no mesmo material metálico)

	Laranja	Concha	Rosa	Bolacha	Pingos
Julgador 1	1,37	4,44	1,70	8,32	6,33
Julgador 2	1,51	5,15	0,71	7,84	6,28
Julgador 3	2,77	7,21	1,65	8,27	5,48
Julgador 4	1,94	7,65	0,75	8,45	4,42
Julgador 5	2,65	8,03	1,37	6,95	5,90
Julgador 6	2,31	5,79	0,68	5,91	4,70
Julgador 7	2,36	6,73	0,78	8,15	4,23
Julgador 8	0,99	4,82	1,61	8,20	7,01
Julgador 9	2,71	6,31	2,06	5,90	4,91
Julgador 10	1,91	5,64	0,82	7,54	5,76
Julgador 11	1,96	6,90	1,25	7,66	3,26
Julgador 12	2,39	7,35	1,20	8,06	6,42

Tabela 18 - Médias das avaliações de cada julgador no atributo Condutividade Térmica

	Metal	Chifre	Cerâmica	Silicone	Resina
Julgador 1	8,12	3,05	6,24	1,66	0,40
Julgador 2	7,80	3,23	5,03	1,56	4,60
Julgador 3	7,60	4,04	6,35	3,68	3,97
Julgador 4	8,43	3,31	3,31	3,45	2,86
Julgador 5	8,27	1,94	5,67	4,73	2,45
Julgador 6	1,08	0,54	0,76	0,26	0,76
Julgador 7	8,22	5,18	5,10	4,34	1,65
Julgador 8	9,00	3,38	5,74	1,65	4,87
Julgador 9	7,56	4,21	5,45	5,74	5,31
Julgador 10	8,24	1,53	1,87	2,93	0,94
Julgador 11	8,62	0,42	4,27	2,67	2,88
Julgador 12	8,12	3,54	3,54	3,80	2,74

A partir destas médias foi feita a ANOVA, que é recomendada por diversos autores para este tipo de avaliação (DUTCOSKY, 2007; MINIM, 2006; SILVA, M., 2004), de fator duplo, sem repetição, para cada atributo (Dureza, Rugosidade 1, Rugosidade 2 e Condutividade Térmica), conforme mostram as tabelas 19 a 22. O cálculo da ANOVA pode ser realizado através do *software Microsoft Excel*.

Tabela 19 - Resultados da ANOVA no atributo Dureza

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Julgadores	25,51497	11	2,31954	6,27224	0,00000	2,01405
Amostras	290,02362	4	72,50590	196,06211	0,00000	2,58367
Erro	16,27168	44	0,36981			
Total	331,81026	59				

Tabela 20 - Resultados da ANOVA no atributo Rugosidade 1 (amostras de vários materiais com a mesma textura Pingos)

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Julgadores	42,28649	11	3,84423	5,76009	0,00001	2,01405
Amostras	68,66312	4	17,16578	25,72077	0,00000	2,58367
Erro	29,36516	44	0,66739			
Total	140,31477	59				

Tabela 21 - Resultados da ANOVA no atributo Rugosidade 2 (amostras de várias texturas no mesmo material metálico)

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Julgadores	7,42350	11	0,67486	0,83558	0,60637	2,01405
Amostras	365,93406	4	91,48352	113,27046	0,00000	2,58367
Erro	35,53684	44	0,80766			
Total	408,89441	59				

Tabela 22 - Resultados da ANOVA no atributo Condutividade Térmica

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Julgadores	90,41091	11	8,21917	4,99521	0,00005	2,01405
Amostras	199,78465	4	49,94616	30,35485	0,00000	2,58367
Erro	72,39803	44	1,64541			
Total	362,59359	59				

A partir destas ANOVAs são possíveis dois tipos de inferência: se houve consenso entre os julgadores e se a equipe considerou as amostras distintas entre si.

3.3.5.1 Verificação do consenso entre os julgadores

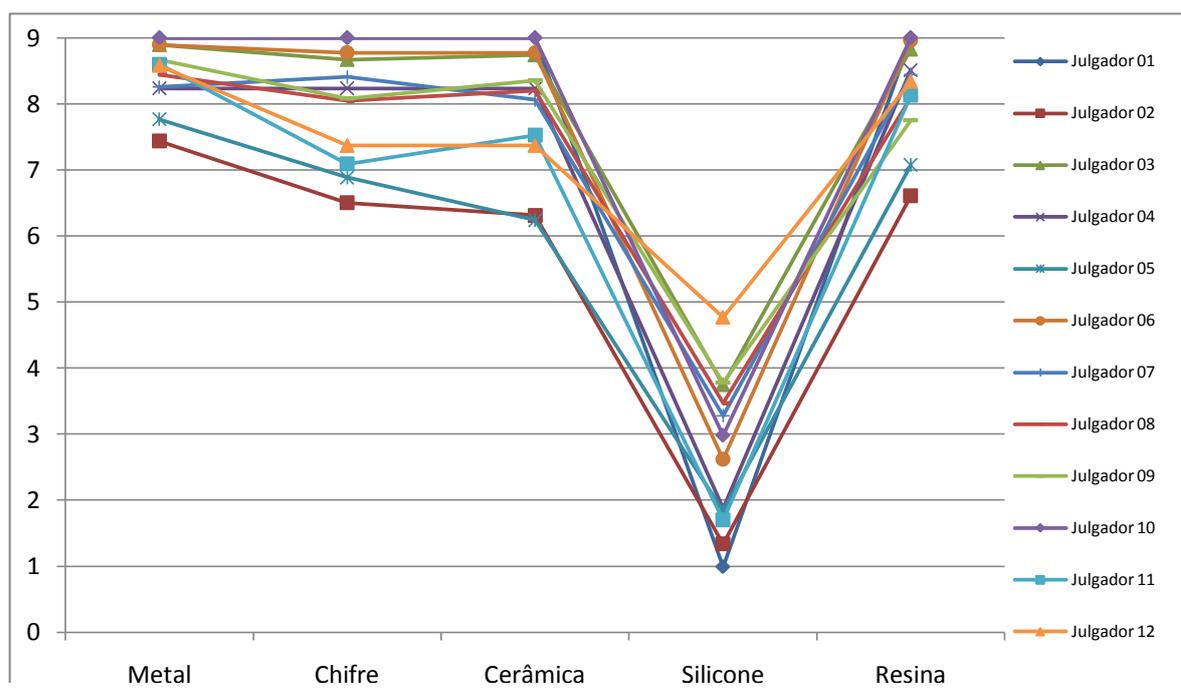
Para determinar se houve consenso entre os julgadores, é necessário comparar o valor de F com F crítico na linha "Julgadores":

Se F for menor ou igual a F crítico, então há consenso entre os julgadores, isto é, a equipe avaliou as amostras de forma coerente. O único atributo que mostrou consenso entre todos os julgadores foi a Rugosidade 2, onde F (0,83558) foi menor que o F crítico (2,01405).

Se F for maior que F crítico na linha “Julgadores”, então pelo menos um dos membros da equipe de julgadores não teve consenso com o restante do grupo. Isto ocorreu nos atributos Dureza (6,27224 > 2,01405), Rugosidade 1 (5,76009 > 2,01405) e Condutividade Térmica (4,99521 > 2,01405). Neste caso, é preciso eliminar os julgadores que tenham resultados discrepantes da maioria do grupo para que se possa contar com uma equipe coerente. É interessante observar que mesmo que se esteja trabalhando com uma equipe treinada, podem ocorrer discrepâncias nos resultados dos testes sensoriais, conforme verificado neste caso (SILVA, M., 2004).

Para proceder a esta análise de quais julgadores devem ser eliminados a fim de atingir o consenso do grupo utilizou-se uma combinação de resultados: foram feitas várias ANOVAs, basicamente retirando do cálculo os julgadores um por um e obtendo os melhores resultados a partir da combinação da retirada destes. Conforme apresentado anteriormente, quatro julgadores haviam sido considerados não aptos no atributo Rugosidade (Julgador 3, 4, 7 e 12), um no atributo Dureza (Julgador 4) e dois no atributo Condutividade Térmica (Julgador 8 e 9). Mesmo que para Silva, M. (2004) o ideal seja a retirada destas pessoas da equipe, foram realizados os cálculos das ANOVAs com estes julgadores, inclusive para confirmar se eles seriam os responsáveis pelo não-consenso do grupo.

Além do cálculo da ANOVA foram feitos gráficos de comparação, tal como o que se visualiza na Figura 38, que, no caso, foi utilizado para comparar os julgadores no atributo Dureza. Esse tipo de gráfico serve para auxiliar o pesquisador na identificação de quais os indivíduos que visualmente saem da faixa de linhas médias. Entretanto, o gráfico normalmente não apresenta valores conclusivos; o resultado final é obtido a partir do cálculo repetido da ANOVA, até que se obtenha um grupo com o valor de F menor do que o de F crítico.



No eixo Y da Figura 38, estão os valores que podem ser atribuídos aos corpos-de-prova, que correspondem à régua de zero a nove (valores máximos) que foi utilizada pelos julgadores tanto no treinamento quanto na análise final. No eixo X estão dispostas as cinco amostras, graduadas no eixo Y com o valor obtido pela média aritmética das três avaliações feitas pelos julgadores. Com base no cálculo da ANOVA foi eliminado o Julgador 2 e refeito o cálculo da ANOVA, que continuou indicando falta de consenso entre os julgadores. Foi então eliminado o Julgador 5, e a ANOVA recalculada (Tabela 23) mostrou que os dez julgadores restantes apresentavam coerência nas suas avaliações. Nota-se que neste caso o gráfico não deixa claro quais os julgadores que devem ser eliminados, de forma que esta escolha ocorreu primordialmente em função dos resultados das ANOVAs.

Tabela 23 - Resultados da ANOVA no atributo Dureza, após a eliminação do Julgador 2 e 5

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Julgadores	5,60118	9	0,62235	1,47007	0,19642	2,15261
Amostras	244,71578	4	61,17894	144,51175	0,00000	2,63353
Erro	15,24057	36	0,42335			
Total	265,55753	49				

É interessante observar também que o julgador que havia sido eliminado neste atributo durante o treinamento (Julgador 4), não foi novamente eliminado durante esta avaliação final.

No atributo Rugosidade 1 (Figura 39), foi necessário eliminar os julgadores 6, 8, 11 e 12 para atingir coerência na avaliação do grupo, segundo os cálculos da ANOVA.

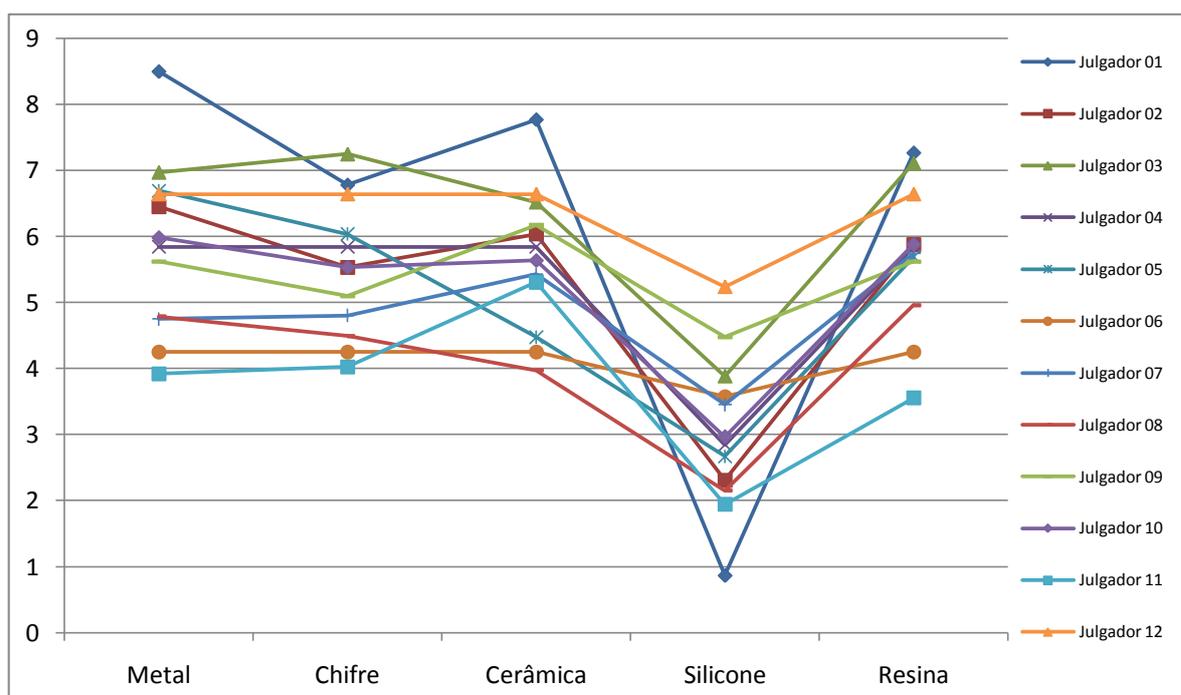


Figura 39: Gráfico para comparação dos julgadores no atributo Rugosidade 1

A Tabela 24 mostra os resultados da ANOVA recalculada após a eliminação dos julgadores 6, 8, 11 e 12 no atributo Rugosidade 1.

Tabela 24 - Resultados da ANOVA no atributo Rugosidade 1, após a eliminação dos julgadores 6, 8, 11 e 12

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Julgadores	10,33447	7	1,47635	2,00813	0,08966	2,35926
Amostras	64,49036	4	16,12259	21,92984	0,00000	2,71408
Erro	20,58531	28	0,73519			
Total	95,41013	39				

Cabe aqui ressaltar que, dos dois julgadores que haviam sido previamente apontados como “não aptos” para a avaliação do quesito Rugosidade (Julgador 7 e Julgador 12), apenas o Julgador 12 foi novamente eliminado. Deve-se observar também que neste teste final o atributo Rugosidade havia sido dividido em duas percepções distintas: Rugosidade 1 e Rugosidade 2. Para a avaliação da Rugosidade 2, onde foram apresentadas várias texturas feitas no mesmo material, todos os julgadores apresentaram respostas consensuais com o grupo (inclusive os julgadores 7 e 12), indicando uma maior facilidade do grupo em apontar diferenças entre texturas e uma menor facilidade em apontar diferenças táteis atribuídas aos materiais e processos de fabricação.

No atributo Condutividade Térmica (Figura 40), foi necessário apenas eliminar o Julgador 6 para que os resultados da ANOVA indicassem a coerência na avaliação do grupo.

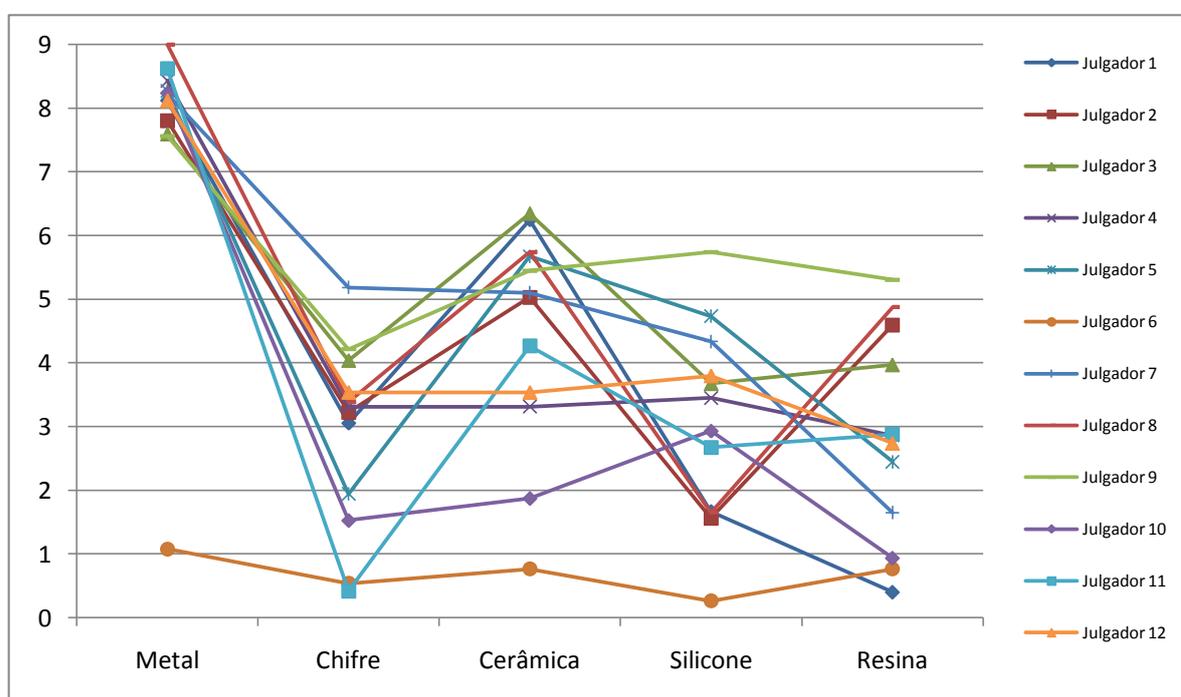


Figura 40: Gráfico para comparação dos julgadores no atributo Condutividade Térmica

A Tabela 25 mostra os resultados da ANOVA relativa ao atributo Condutividade Térmica, recalculada após a eliminação do Julgador 6.

Tabela 25 - Resultados da ANOVA no atributo Condutividade Térmica após a eliminação do Julgador 6

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	$F_{crítico}$
Julgadores	24,96501	10	2,49650	1,72107	0,10946	2,07725
Amostras	213,79406	4	53,44851	36,84699	0,00000	2,60597
Erro	58,02212	40	1,45055			
Total	296,78119	54				

Após eliminar os julgadores que estão fora da média, deve-se recalculer a ANOVA até que se obtenha uma equipe consensual. Entretanto, pode acontecer de não haver uma equipe consensual, ou seja, muitos julgadores apresentarem discrepâncias nos seus resultados. Neste caso se deve treinar novamente a equipe inteira ou abandonar o atributo, fato este que não ocorreu ao longo desta pesquisa. Se há consenso entre a equipe é sinal de que o valor atribuído às amostras procede, é confiável, podendo-se então continuar com a análise da distinção das amostras.

3.3.5.2 Verificação da distinção entre as amostras

Para determinar se as equipes de julgadores selecionados nos diversos atributos conseguiram diferenciar as amostras entre si, deve-se comparar o valor de F com $F_{crítico}$ na linha “Amostras” da ANOVA de cada atributo:

Se F for menor ou igual a $F_{crítico}$, então as amostras são sensorialmente equivalentes, ou seja, os julgadores não conseguiram julgar nenhuma amostra como sendo diferente das demais.

Se F for maior que $F_{crítico}$, então pelo menos uma amostra foi considerada distinta das demais (houve uma preferência).

A Tabela 26 contém os dados de F e $F_{crítico}$ da linha “Amostras”, copiados das ANOVAs anteriormente apresentadas nas Tabelas 21, 23, 24 e 25.

Tabela 26 - Resumo com resultados das ANOVAs calculadas para os quatro atributos, buscando a verificação da coerência ou distinção entre as amostras

Atributo	Julgadores Selecionados	F (Amostras)	F _{crítico} (Amostras)
Dureza	10	144,51175	2,63353
Rugosidade 1	8	21,92984	2,71408
Rugosidade 2	12	113,27046	2,58367
Condutividade Térmica	11	36,84699	2,60597

Pode-se verificar pela Tabela 26 que em todos os quatro atributos (Dureza, Rugosidade 1, Rugosidade 2 e Condutividade Térmica) a equipe de julgadores conseguiu diferenciar pelo menos uma amostra das demais. Para saber qual ou quais amostras foram consideradas diferentes em cada atributo se fez o Teste de Tukey (DUTCOSKY, 2007; MINIM, 2006; SILVA, M., 2004) utilizando o *software Analyse-it for Microsoft Excel*, o qual pode ser acessado através do site: <<http://www.analyse-it.com>>.

A aplicação do Teste de Tukey pode ser resumida da seguinte forma:

1. Calcula-se a média das avaliações para cada amostra (Tabelas 27 a 30);

Tabela 27 - Média das avaliações das amostras no atributo Dureza

Metal	Chifre	Cerâmica	Silicone	Resina
8,66	8,27	8,33	2,92	8,51

Tabela 28 - Média das avaliações das amostras no atributo Rugosidade 1

Metal	Chifre	Cerâmica	Silicone	Resina
6,35	5,86	5,98	2,93	6,13

Tabela 29 - Média das avaliações das amostras no atributo Rugosidade 2

Laranja	Concha	Rosa	Bolacha	Pingos
2,07	6,34	1,21	7,61	5,39

Tabela 30 - Média das avaliações das amostras no atributo Condutividade Térmica

Metal	Chifre	Cerâmica	Silicone	Resina
8,18	3,08	4,78	3,29	2,97

2. Calcula-se a Mínima Diferença Significativa (MDS), necessária para que se possa afirmar que existe diferença significativa entre duas médias. O cálculo detalhado da MDS pode ser consultado em Dutcosky (2007), Minim (2006) e Silva, M. (2004);
3. Testam-se as médias das amostras aos pares, subtraindo uma da outra e comparando o resultado com a MDS. A partir daí podem-se tirar as seguintes conclusões:
 - a. Se a diferença das médias for maior que a MDS, então a diferença das amostras é classificada como “significativa”, isto é, as amostras são estatisticamente distintas;
 - b. Se a diferença das médias for menor que a MDS, então não há diferença significativa entre as amostras: o grupo de julgadores não conseguiu diferenciar uma amostra da outra.

Para este trabalho, foi aplicado o Teste de Tukey com intervalo de confiança de 95%. Os resultados foram os seguintes:

- No quesito Dureza (Tabela 31) a única amostra diferenciada pela equipe foi o Silicone.

Tabela 31 - Resultados do Teste de Tukey no atributo Dureza

Amostras	Diferença das Médias	MDS	Conclusão
Metal x Chifre	0,390	0,865	Não Significativo
Metal x Cerâmica	0,331	0,865	Não Significativo
Metal x Silicone	5,738	0,865	Significativo
Metal x Resina	0,151	0,865	Não Significativo
Chifre x Cerâmica	-0,059	0,865	Não Significativo
Chifre x Silicone	5,348	0,865	Significativo
Chifre x Resina	-0,239	0,865	Não Significativo
Cerâmica x Silicone	5,407	0,865	Significativo
Cerâmica x Resina	-0,180	0,865	Não Significativo
Silicone x Resina	-5,587	0,865	Significativo

- No quesito Rugosidade 1 (Tabela 32) a única amostra diferenciada pela equipe foi o Silicone.

**Tabela 32 - Resultados do Teste de Tukey no atributo Rugosidade 1
(amostras de vários materiais com a textura Pingos)**

Amostras	Diferença das Médias	MDS	Conclusão
Metal x Chifre	0,492	1,351	Não Significativo
Metal x Cerâmica	0,366	1,351	Não Significativo
Metal x Silicone	3,418	1,351	Significativo
Metal x Resina	0,223	1,351	Não Significativo
Chifre x Cerâmica	-0,126	1,351	Não Significativo
Chifre x Silicone	2,926	1,351	Significativo
Chifre x Resina	-0,269	1,351	Não Significativo
Cerâmica x Silicone	3,052	1,351	Significativo
Cerâmica x Resina	-0,143	1,351	Não Significativo
Silicone x Resina	-3,195	1,351	Significativo

- No quesito Rugosidade 2 (Tabela 33) a equipe diferenciou a maioria das amostras, mas considerou semelhante a textura Laranja quando comparada com a Rosa, assim como a Concha quando comparada com a Pingos.

**Tabela 33 - Resultados do Teste de Tukey no atributo Rugosidade 2
(amostras de várias texturas no material Metal)**

Amostras	Diferença das Médias	MDS	Conclusão
Laranja x Concha	-4,263	1,018	Significativo
Laranja x Rosa	-0,858	1,018	Não Significativo
Laranja x Bolacha	-5,533	1,018	Significativo
Laranja x Pingos	-3,318	1,018	Significativo
Concha x Rosa	5,121	1,018	Significativo
Concha x Bolacha	-1,270	1,018	Significativo
Concha x Pingos	-0,945	1,018	Não Significativo
Rosa x Bolacha	-6,392	1,018	Significativo
Rosa x Pingos	-4,176	1,018	Significativo
Bolacha x Pingos	2,215	1,018	Significativo

- Na Condutividade Térmica (Tabela 34), a equipe conseguiu diferenciar o Metal de todos os outros materiais, além de também diferenciar o Chifre e a Resina da Cerâmica.

Tabela 34 - Resultados do Teste de Tukey no atributo Condutividade Térmica

Amostras	Diferença das Médias	Mínima Diferença Significativa	Conclusão
Metal x Chifre	5,103	1,555	Significativo
Metal x Cerâmica	3,400	1,555	Significativo
Metal x Silicone	4,887	1,555	Significativo
Metal x Resina	5,210	1,555	Significativo
Chifre x Cerâmica	-1,703	1,555	Significativo
Chifre x Silicone	-0,216	1,555	Não Significativo
Chifre x Resina	0,107	1,555	Não Significativo
Cerâmica x Silicone	1,487	1,555	Não Significativo
Cerâmica x Resina	1,810	1,555	Significativo
Silicone x Resina	0,323	1,555	Não Significativo

3.4 Análise afetiva dos corpos-de-prova

Tendo já analisado as características físicas das amostras, tanto através da medição com equipamentos quanto através da avaliação perceptiva (análise sensorial), foi considerado importante para esta metodologia contar também com um viés afetivo, ou seja, com questões subjetivas evocadas através do contato tátil com as amostras selecionadas.

Neste sentido, foram conduzidos testes individuais com 30 pessoas com o seguinte perfil:

- Gênero: 19 homens, 11 mulheres
- Idade:
 - 20 a 30 anos: 16 pessoas
 - 30 a 40 anos: 13 pessoas
 - 40 a 50 anos: 1 pessoa

Dos trinta julgadores, vinte trabalham na mesma empresa, de forma que assim ficou mais fácil dispor de uma sala específica para conduzir os testes e também contar com o tempo de cada julgador para analisar as vinte e cinco amostras. Os outros dez julgadores participam do LdSM, de forma que os testes foram realizados em uma das salas desse laboratório. O tempo médio despendido foi de 13 minutos por pessoa.

Estes julgadores não haviam sido previamente treinados para este fim e foram informalmente convidados a participar de um teste em que seriam apresentadas vinte e cinco amostras táteis, as quais deveriam ser tocadas sem visualização e para as quais deveria ser atribuído um valor afetivo que variasse entre muito desagradável e muito agradável. Os julgadores receberam uma ficha, chamada de Formulário de Teste Afetivo (Apêndice G), onde para cada amostra havia uma escala de cinco níveis para que fossem expressos os graus de intensidade do gostar.

As amostras foram apresentadas em grupos de cinco, previamente ordenados de forma aleatória para que cada peça fosse comparada com as demais um igual número de vezes. Utilizou-se para este teste a mesma cabine dos testes feitos com a equipe treinada de julgadores. Após cada teste, eram trocadas as amostras sem que o julgador pudesse vê-las, e assim se repetia cinco vezes até integralizar as vinte e cinco peças.

Os resultados foram então ordenados utilizando uma planilha do *Excel*, de onde se obteve uma tabela com a média da avaliação de cada amostra (Tabela 35), variando do valor 1 (muito desagradável) ao 5 (muito agradável).

Tabela 35 - Médias de avaliação das amostras no Teste Afetivo e escala correspondente

Materiais / Texturas	Silicone	Metal	Resina	Chifre	Cerâmica	Média
Rosa	3,90	4,23	4,10	4,03	3,37	3,93
Pingos	3,47	3,47	3,13	3,27	2,93	3,25
Laranja	3,77	3,33	3,10	2,83	2,47	3,10
Bolacha	3,60	3,10	2,73	2,70	2,70	2,97
Concha	3,70	2,33	2,30	2,50	2,63	2,69
Média	3,69	3,29	3,07	3,07	2,82	3,19

Escala	
Muito Agradável	5
Agradável	4
Indiferente	3
Desagradável	2
Muito Desagradável	1

Os julgadores foram estimulados a escrever, ao lado das amostras que lhe chamaram a atenção, descritores que se relacionassem com aquela percepção de agradabilidade. Esta participação era livre e, a partir dela, foi possível relacionar os principais descritores citados:

- Para as amostras consideradas agradáveis: macio, emborrachado, fofinho, suave, ondulado, com ranhuras, faz cócegas, gelado, nuvem.
- Para as amostras consideradas desagradáveis: nojento, áspero, pegajoso, irregular, machuca, tem pontas, dá arrepios, emborrachado, com ranhuras, arranha, pinica, agressivo, sapo, giz.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Contando com as avaliações dos vinte e cinco corpos-de-prova, realizadas em três níveis distintos, é possível traçar um perfil destas amostras quanto às suas características físicas e afetivas. Este capítulo se detém na correlação dos dados obtidos através dos testes descritos anteriormente.

4.1 Resultados das análises

Para facilitar a discussão dos resultados das análises, foi gerada a Tabela 36. Esta tabela correlaciona os dados das medições feitas pelos equipamentos com aqueles obtidos pela equipe de julgadores.

Tabela 36 – Correlação entre resultados obtidos por medição com equipamentos e equipe de julgadores

Condutividade Térmica	Equipamento ¹	Silicone 28,42°C	Resina 27,76°C	Cerâmica 27,1°C	Chifre 27,04°C	Metal 23,88°C
	Julgadores ^(*)	Resina 2,97	Chifre 3,08	Silicone 3,29	Cerâmica 4,78	Metal 8,18
Rugosidade	Equipamento	Rosa 105,2 µm	Bolacha 117,2 µm	Concha 124,3 µm	Laranja 159,9 µm	Pingos 163,2 µm
	Julgadores ^(*)	Rosa 1,21	Laranja 2,07	Pingos 5,39	Concha 6,34	Bolacha 7,61
Dureza	Equipamento ²	Silicone < 2	Resina < 2	Chifre < 2,5	Metal < 3	Cerâmica < 6 / 6,5
	Julgadores ^(*)	Silicone 2,92	Chifre 8,27	Cerâmica 8,33	Resina 8,51	Metal 8,66

(*) Valores atribuídos a partir de uma escala de 0 a 9.

¹ Os resultados apresentados aqui se referem à temperatura máxima encontrada nos corpos-de-prova após o contato padronizado com o dedo da pesquisadora. Não são valores absolutos, mas servem como um instrumento de comparação entre as amostras.

² A escala de Mohs foi utilizada em função da fácil comparação que pode ser estabelecida entre os corpos-de-prova. É importante ressaltar que existem outras medidas de dureza (Vickers, Brinell, Rockwell, Barcol, Shore, etc.) para as quais podem ser realizados outros testes, conforme descrito no Capítulo 3.2.6.3 desta dissertação.

Os resultados apontados pela Tabela 36 estão ordenados de menores para maiores, da esquerda para direita. Assim, tem-se que, de acordo com a medição por equipamentos, o Silicone possui a menor condutividade térmica e o Metal possui a maior, a textura Rosa possui a menor rugosidade sendo que a textura Pingos possui a maior e o Silicone é o material menos duro, enquanto que a Cerâmica é o mais duro.

Da mesma forma, de acordo com a medição feita pela equipe de julgadores, a Resina possui a menor condutividade térmica e o Metal possui a maior, a textura Rosa possui a menor rugosidade e a textura Bolacha possui a maior, e o Silicone é o material menos duro, enquanto que o Metal é o mais duro. Os dados da equipe de julgadores foram compilados a partir das Tabelas 27, 29 e 30. Considerou-se a Rugosidade 2, medida pelos julgadores, como sendo o atributo correspondente à medição de Rugosidade feita pelos equipamentos.

Por fim, a avaliação afetiva das amostras revelou preferências, que devem ser reavaliadas para cada novo público que se deseja atingir. Os resultados obtidos dentro desta pesquisa são apresentados pela Tabela 35.

Comparando as Tabelas 35 e 36, se podem tecer algumas observações.

A partir da comparação dos resultados da Análise Descritiva Quantitativa com os resultados obtidos através dos ensaios físicos e mecânicos, nota-se inicialmente que aquilo que é medido e avaliado com equipamentos não é necessariamente aquilo que é percebido pelos sentidos humanos.

Ao analisar a Condutividade Térmica, o único material facilmente identificado pelas pessoas foi o Metal, que realmente possui uma condutividade térmica significativamente superior às demais amostras, conforme indicado pelos testes com equipamentos.

Quanto à Rugosidade, a textura Rosa foi a única cuja percepção estava de acordo com os valores obtidos pelo escaneamento das linhas. Novamente, este resultado decorre de uma nítida diferença entre esta e as outras texturas. Quando questionadas sobre a diferença de rugosidade entre amostras com a mesma textura, mas diferentes materiais, as

peessoas não souberam diferenciar outras amostras que não o Silicone. Ao avaliarem amostras com diferentes texturas, confeccionadas no mesmo material, os julgadores souberam identificar a maioria das amostras. Pode-se inferir deste resultado que há uma preponderância da percepção da textura sobre a percepção dos materiais, já que estes não são tão reconhecíveis.

Finalmente, a Dureza recebeu uma avaliação unívoca pelos julgadores somente na amostra de Silicone, o que está em concordância com a medição dos equipamentos. Sendo este um material com baixo módulo de elasticidade, tal característica pode ter interferido na percepção da dureza. As demais amostras não foram diferenciadas pelos julgadores, o que provavelmente indica que o limiar humano de percepção de dureza foi neste caso atingido.

Com relação à análise afetiva das amostras, o material considerado pela média o mais agradável foi o Silicone e o menos agradável foi a Cerâmica. O Silicone fora avaliado como sendo o material menos duro, podendo-se inferir uma associação entre o parâmetro dureza e a agradabilidade de uma amostra. A textura considerada mais agradável foi a Rosa e a textura menos agradável foi a Concha. A textura Rosa foi considerada, pela equipe de julgadores, a menos rugosa, sendo talvez este quesito relacionado à agradabilidade desta textura, já que a Concha (mais desagradável) fora considerada como mais rugosa. É interessante observar ainda que apesar do Silicone ser, na média, o material preferido e a Rosa a textura preferida, a amostra que recebeu uma avaliação mais alta foi a textura Rosa feita em Metal. Pode-se inferir deste fato que apesar de levantadas as médias de agradabilidade para os atributos “textura” e “material”, a peça preferida não é necessariamente a combinação destes dados, mas sim uma relação específica que se estabelece em cada circunstância.

Como há uma diferença nítida entre valores medidos metricamente e aqueles percebidos, é importante considerar, no projeto de produtos, para que fim se destina a escolha de um dado material ou textura e, portanto, a quais aspectos esta deve atender.

Pode-se perceber também, que existem limiares de percepção para cada um dos atributos medidos. Em outras aplicações é interessante que se observem estes limites, para que se obtenha um maior detalhamento das percepções quanto aos materiais e texturas.

Por fim deve-se ressaltar que a avaliação afetiva das amostras aponta as preferências dos julgadores consultados para esta pesquisa unicamente. Tais valores devem ser reavaliados para cada novo público que se deseja atingir.

4.2 Sugestão de Metodologia

Atingir um público cada vez mais exigente é o desafio enfrentado pela maioria dos designers ao redor do mundo. Aproximar-se do consumidor, ouvir suas preferências e necessidades é um caminho que conduz o projeto a resultados mais eficazes. Entretanto, ouvir o cliente nem sempre é receita de sucesso, já que muitas vezes a própria pessoa não sabe o que realmente precisa. De qualquer forma, depois da identificação e análise dos elementos que compõem o problema em questão, e tendo decodificado o desejo, a necessidade, tem-se ainda a pergunta: como traduzir isso em materialidade? Neste momento são bem vindas as experiências anteriores dos designers, aquilo que consta no seu imaginário, e as associações que são resultantes deste universo de informações.

Entretanto, para aqueles designers que não contam com tanta experiência, ou para aqueles casos em que é importante uma análise mais detalhada dos elementos que possam gerar os resultados e reações daquele conceito, cabe contribuir com uma metodologia que auxilie na construção destas relações entre valores abstratos e físicos. Afinal, como coloca Niemeyer (2006, p.98), “O designer pertence a uma das categorias profissionais responsáveis pela elaboração da materialidade.”.

A metodologia proposta neste capítulo, que em muito se assemelha à Análise Descritiva Quantitativa, tem como base as etapas descritas ao longo desta pesquisa e é uma forma geral de orientação para outros trabalhos. Não se trata de uma metodologia infalível ou tampouco exclusivista: o que se pretende é lançar bases para uma experimentação que deve ser adaptada a cada caso que se deseja analisar, segundo as características particulares

de cada projeto, e do produto que será desenvolvido, buscando facilitar as etapas do processo e a manipulação das informações.

O objetivo desta metodologia é contribuir para que seja facilitado o percurso que cobre a lacuna existente entre o tangível e o intangível no design de produtos. Assim ao designer é permitido projetar tendo maior controle de suas escolhas e construir, ao longo do tempo, uma experiência mais detalhada dos porquês das relações estabelecidas entre usuário e produto. Acredita-se que esta metodologia, embora tenha sido desenvolvida para o estudo específico do sentido do tato, pode e deve ser expandida para o uso concomitante dos outros sentidos, como ocorre de fato na fruição do objeto.

Propõe-se aqui uma sequência de etapas, que partem do levantamento prévio das necessidades do cliente, dos objetivos do projeto. O designer já tem em mente o conceito principal do seu produto e parte então para a experimentação de quais materiais, texturas, cores, sons, etc. se adéquam melhor à tradução do conceito no objeto. A metodologia pode ser esquematizada da seguinte forma:

1. **Concepção dos corpos-de-prova:** Aqui são feitos os corpos-de-prova, os modelos, protótipos, que serão usados para analisar os valores que podem ser atribuídos nos diferentes níveis de interação;
2. **Caracterização e Medição dos corpos-de-prova:** Identificam-se as características constitucionais relevantes dos corpos-de-prova, a fim de se poder delimitar melhor a comparação que será feita entre elas. Levantam-se os dados físicos, químicos, métricos das características constitucionais previamente assinaladas. Alguns dados podem ser obtidos diretamente do fabricante, outros dados serão obtidos através de testes, equipamentos, normas de medição, etc. Ao término desta etapa é possível apontar os valores objetivos das amostras;
3. **Análise sensorial dos corpos-de-prova:** Aqui são feitos testes analisando quais características físicas podem ser efetivamente percebidas pelas pessoas e em que grau. Esta etapa revela também os limites sensoriais do ser humano e auxilia o designer a identificar quais aspectos são

realmente importantes para a leitura do objeto. Algumas sub-etapas que podem fazer parte desta análise: Recrutamento e seleção de julgadores/ Terminologia, definição de descritores e referências/ Treinamento e seleção de julgadores/ Teste sensorial de avaliação dos corpos-de-prova/ Análise estatística e interpretação dos resultados;

4. **Análise afetiva dos corpos-de-prova:** Esta etapa pode ser aplicada objetivando diversos dados, desde o agradável *versus* desagradável, até as evocações simbólicas daquele objeto, sendo então conduzida uma pesquisa de cunho qualitativo. Identificam-se aqui as sensações e emoções evocadas nas pessoas, auxiliando o designer na confirmação daqueles aspectos relevantes para o público a que o projeto se destina;
5. **Correlação dos dados:** É a etapa final, onde o designer verifica os resultados obtidos através dos testes comparando as diferenças e semelhanças encontradas, aplicando uma análise estatística de correlação de dados.

4.3 Aplicações

As contribuições da metodologia apresentada são extensivas tanto ao design de produto quanto ao design gráfico. Modificam-se, para cada caso, a configuração dos corpos-de-prova, os materiais, os sentidos abordados e pesquisados. Para os designers de produto em especial, é importante lembrar que o conhecimento sobre as possibilidades dentro do universo de materiais disponíveis é indispensável na escolha do que será utilizado. Neste sentido é necessário contar com a participação de profissionais da engenharia de materiais, que auxiliem na seleção daqueles materiais que apresentam propriedades compatíveis com a função que se pretende cumprir.

A etapa de análise sensorial, desenvolvida junto com uma equipe de julgadores, deve ser analisada para cada situação que se deseja pesquisar, visto que o tempo demandado para esse tipo de levantamento é bastante considerável. Vale lembrar também

que neste caso é imprescindível contar com uma equipe de pessoas **dispostas e capazes** de avaliar as amostras.

Os experimentos desenvolvidos ao longo desta pesquisa e que se concentraram apenas sobre o sentido do tato, servem como referência de que é possível planejar com mais atenção algumas sutilezas do produto, envolvendo o estudo dos estímulos para os diferentes sentidos, de maneira a contribuir para uma percepção final mais enriquecida. Assim como se verifica nas aplicações feitas pela Engenharia de Alimentos, acredita-se também ser possível trabalhar com os diferentes sentidos de forma conjunta, medindo a resposta ao produto como um todo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar esta pesquisa, observou-se rapidamente a carência de outros estudos que tratassem da relação entre as percepções humanas e os atributos formais da materialidade, visando o projeto de produtos. Aproveitar as interações e leituras do indivíduo frente ao objeto parece ser uma estratégia interessante e urgente, se a intenção é alcançar novos limiares emocionais nas relações que ali se estabelecem.

Parece lógico que se algum aspecto do projeto não é percebido corretamente pelo usuário, este elemento deve ser revisto e questionado quanto a sua validade como mediador da mensagem que se desejava veicular. Entretanto, são poucas as ferramentas disponíveis para auxiliar os designers na tradução da mensagem que se deseja transmitir em questões mais tangíveis como, por exemplo, materiais e acabamentos.

Neste sentido, o estudo foi conduzido com o objetivo de compreender melhor os sentidos e a percepção humana e propor, a partir de uma comparação com elementos físicos mensuráveis, uma metodologia que abordasse esta trajetória de forma científica e, portanto, reproduzível. Contribuir para o desenvolvimento de produtos que considerem o usuário como origem e fim de todo o projeto, é claramente uma das propostas que esta pesquisa buscou alcançar. Não houve pretensão alguma de esgotar as possibilidades dentro desta área, mas fornecer uma visão complementar que auxilie na organização de questões que ainda possam parecer nebulosas, instrumentalizando o designer com argumentos mais concretos para suas escolhas.

Para a construção de uma metodologia que fortalecesse o caminho que o designer percorre frequentemente entre o abstrato e o concreto, foi importante investigar soluções já consolidadas em outras áreas do conhecimento. Como a pesquisa teve suas origens no estudo dos sentidos, no caso especificamente o tátil, encontrou-se na análise sensorial de alimentos, uma prática corrente dentro da área de Engenharia de Alimentos, um excelente modelo para a construção desta metodologia.

Ampliando a participação do usuário nas delimitações do projeto, permite-se que sejam concebidos produtos mais adequados ao seu uso, gerando funções simbólicas junto aos consumidores que alavancam um maior vínculo com o objeto e decorrente

redução do consumo indiscriminado e descarte precoce. A pesquisa não relega o usuário a uma posição passiva, mas sim partícipe das escolhas do designer. Fomenta-se um design pautado pelo foco no usuário, identificando seus desejos e necessidades como ponto de partida do projeto.

O objetivo geral desta pesquisa foi a proposição de uma metodologia para a análise sensorial da exploração tátil da superfície. Ao longo desta dissertação, foram feitos diversos experimentos, os quais apontaram resultados que, mesmo não sendo parte do objetivo principal desta pesquisa, podem ser interessantes como exemplos de inferências suscitadas pela interação homem-objeto. Pode-se derivar dos resultados obtidos pelos testes aplicados que a percepção humana é decorrente de um processo individual onde se combinam a aferição de valores e as memórias decorrentes de experiências anteriores.

As avaliações conduzidas a partir dos parâmetros estudados e do grupo com que se trabalhou ao longo desta dissertação, demonstram que as pessoas conseguem identificar com mais clareza os materiais e superfícies nitidamente distintos entre si. Por exemplo: em amostras com a mesma textura, mas diferentes materiais, serão percebidas somente as diferenças de rugosidade referentes às texturas e não aos materiais. Na análise afetiva dos corpos-de-prova, o material considerado mais agradável foi o silicone, indicando uma associação entre agradabilidade e maciez. A textura considerada mais agradável foi a Rosa, em contraposição à Concha (a menos agradável). Novamente a agradabilidade pode estar atrelada a uma suavidade do material/superfície. É importante observar também que existem limites para a percepção humana, situação esta que deve ser recordada pelo designer durante seu processo de projeção.

A metodologia apresentada é uma contribuição flexível, apresentada ao longo do trabalho em etapas que não se detiveram apenas no estudo teórico, mas que foram respaldadas através da experimentação prática, evidenciando dificuldades e sucessos do método empregado. Os resultados das análises foram fundamentais para o entendimento da metodologia. Através da sistematização do conhecimento adquirido e da compreensão das etapas de que este se compõe, apoiam-se iniciativas para a sua adaptação em diferentes situações. Trata-se de uma ferramenta de auxílio à atividade de projeto, a qual deve ser ampliada e melhorada ao longo de sua aplicação prática.

Acredita-se, a partir do que foi evidenciado ao longo deste estudo, que a interdisciplinaridade deva ser constantemente estimulada, a fim de que se produzam soluções inovadoras e novas perspectivas de uso e pesquisa.

Fica apontada, para outros trabalhos, uma área de pesquisa que está longe de ser plenamente explorada, pois tem como fonte inesgotável a compreensão do comportamento do ser humano, por natureza constantemente cambiante e misterioso. Aqui sempre haverá espaço para contínuas contribuições.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Sugere-se a aplicação da metodologia aqui apresentada em um produto de mercado, verificando quais adaptações podem ser feitas a partir deste novo contexto.

Seria interessante também reaplicar a metodologia proposta, ampliando a análise para o estudo em separado dos outros sentidos (visão, olfato, paladar e audição) ou também estudando todos de forma simultânea.

Podem-se combinar os resultados desta pesquisa com técnicas utilizadas em outras áreas do conhecimento, tais como marketing, psicologia, antropologia, etc., derivando desta combinação outros métodos de análise que contribuam com o projeto de produtos.

Outra complementação a este estudo seria conduzir uma avaliação de como se processa a percepção ao longo do tempo, avaliando sua intensidade, a fadiga e os limiares perceptivos.

Espera-se que outros trabalhos sejam conduzidos aproveitando este viés sensorial, e de modo particular, aqueles que enfatizam contribuições visando o aumento da acessibilidade e a construção de um design mais universal. Haveria muito ainda o que ser desenvolvido quanto, por exemplo, a aplicação de estímulos táteis, combinando texturas e materiais. Que este tenha sido um começo para outras pesquisas que favoreçam a consolidação de ações inclusivas.

REFERÊNCIAS

ACKERMAN, D. **Una historia natural de los sentidos**. 2. ed. Barcelona: Anagrama, 1993.

ALCÂNTARA, C. H. **Design e materiais**: caracterização e estudo da sujeição de fibras de chifre bovino para uso em artefatos diversos. Trabalho de conclusão do Curso de Engenharia dos Materiais, 2006. Disponível em: <<http://www.ndsm.ufrgs.br/portal/downloadart/125.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

ANUSAS, M. Attachments to nature: design and eco-emotion. In: CONFERENCE ON DESIGN AND EMOTION, 5., 2006, Gothenburg. **Proceedings...Gothenburg**: Chalmers University of Technology, 2006. 1 CD-ROM.

ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materials and design**: the art and science of material selection in product design. Elsevier: Oxford, 2002.

AUMONT, J. **A imagem**. Campinas: Papyrus, 1993.

AUSTIN, J. L. **Sentido e percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

BARROS, A. J. S. **Fundamentos de metodologia científica**: um guia para a iniciação científica. 2. ed. ampl. São Paulo: Makron Books, c2000.

BLIKSTEIN, I. **Kaspar Hauser ou a fabricação da realidade**. São Paulo: Cultrix, 1993.

BRIDGEMAN, B. **Biología del comportamiento y de la mente**. Madrid: Alianza, 1991.

CALLISTER JR., W. D. **Ciência e engenharia de materiais**: uma introdução. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

CASTRO, C. M. **A prática da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

CENTER FOR ADVANCED LIFE CYCLE ENGINEERING – CALCE, 2009. University of Maryland. Disponível em: <http://www.calce.umd.edu/general/Facilities/Hardness_ad_.htm#5>. Acesso em: 05 jun. 2009.

CHAUÍ, M. Janela da alma, espelho do mundo. In: NOVAES, A. (Org.). **O olhar**. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.

CHRISTIANSON, S. Å. **The handbook of emotion and memory**. Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, New Jersey, 1992.

COELHO, L. A. À sombra do objeto. **Comunicarte**: revista do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro, v. 1, n. 3, p. 267-272, Dez. 2002.

_____. Objeto com afeto. In: LIMA, G. C. (Org.). **Textos Selecionados de Design 1**. Rio de Janeiro: PPDESDI UERJ, 2006.

CROSSLEY, L. Building emotions in design. **The Design Journal**, v. 6, Issue 3, p. 35-45, 2003.

DAMÁSIO, A. **O erro de Descartes**. São Paulo: Cia. das Letras, 1996.

_____. **O mistério da consciência**: do corpo e das emoções ao conhecimento de si. Trad. Laura T. Motta. São Paulo: Companhia das letras, 2000.

DAMAZIO, V. Design e emoção: alguns pensamentos sobre artefatos de memória. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 7., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNICENP, 2006. 1 CD-ROM.

DEMBER, W. N. **Psicología de la percepción**. 2. ed. Madrid: Alianza, 1990.

DESIGN AND EMOTION SOCIETY, 2006. Disponível em: <<http://www.designandemotion.org>> Acesso em: 14 abr. 2009.

DESMET, P. A multilayered model of product emotions. **The Design Journal**, v. 6, Issue 2, p. 4-13, 2003.

DESMET, P. Measuring emotion: development and application of an instrument to measure emotional responses to products. In: BLYTHE, M. A.; MONK, A. F.; OVERBEEKE, K.; WRIGHT, P.C. (Org.) **Funology**: from usability to enjoyment. Estados Unidos, Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2005. Disponível em: <<http://static.studiolab.io.tudelft.nl/gems/desmet/papermeasuring.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2009.

DESMET, P. M. A.; HEKKERT, P.; HILLEN, M. G. Values and emotions: an empirical investigation in the relationship between emotional responses to products and human values. In: EUROPEAN ACADEMY OF DESIGN CONFERENCE, 5., 2003, Barcelona, Spain. **Proceedings...** Barcelona, Spain: In press, 2003. Disponível em: <<http://static.studiolab.io.tudelft.nl/gems/desmet/papervaluesemotion.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2009.

DOBZJAŃSKI, L. A. Significance of materials science for the future development of societies. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 175, Issues 1-3, p. 133-148, Jun. 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 24 jun. 2009.

DONDIS, D. A. **Sintaxe da Linguagem Visual**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

DURIE, B. Portas da Percepção. **Revista Mente & Cérebro**, São Paulo: Ed. Ediouro, n. 12, p. 6-9, 2008. Edição Especial Segredos dos Sentidos.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Editora Champagnat, 2007.

ESCOREL, A. L. **O efeito multiplicador do design**. São Paulo: SENAC, 1999.

FORLIZZI, J.; DISALVO, C.; HANINGTON, B. On the relationship between emotion, experience and the design of new products. **The Design Journal**, v. 6, Issue 2, p. 29-38, 2003.

GOEDERT, G.; CÂNDIDO, L. H.; KINDLEIN JÚNIOR, W. Estudo da transferência de calor em placas metálicas texturizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 7., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNICENP, 2006. 1 CD-ROM.

GONZÁLEZ, R. V. B. **Rugosidade superficial**: uma abordagem prática. São Paulo: Mitutoyo, 1998.

GRUNWALD, M. Ao alcance das mãos. **Revista Mente & Cérebro**, São Paulo: Ed. Ediouro, n. 12, 2008. Edição Especial Segredos dos Sentidos.

HARPER, C. A.; PETRIE, E. M. **Plastics materials and processes**: a concise encyclopedia. Estados Unidos: John Wiley and Sons Ltd, 2003. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=oe5YJmRmxQMC&pg=PA487&dq=rockwell+m#PPA487,M1>> Acesso em: 5 jun. 2009.

HEKKERT, P.; MCDONAGH, D. Design and emotion. **The Design Journal**, v. 6, Issue 2, 2003.

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

IZQUIERDO, I. **Memória**. Porto Alegre: ArtMed, 2002.

KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. M. (Org.) **Fundamentos da neurociência e do comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

KARANA, E. Intangible characteristics of materials in industrial design. In: CONFERENCE ON DESIGN AND EMOTION, 5., 2006, Gothenburg. **Proceedings...**Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2006. 1 CD-ROM.

KARANA, E.; KESTEREN, I. Material effects: the role of materials in people's product evaluations. In: CONFERENCE ON DESIGN AND EMOTION, 5., 2006, Gothenburg. **Proceedings...**Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2006. 1 CD-ROM.

KINDLEIN JÚNIOR, W.; COLLET, I. B.; DISCHINGER, M. C. T. Criação e desenvolvimento de texturas aplicadas ao design industrial. **Revista Design em Foco**, Salvador: Ed. UNEB, v. 4, n. 1, 2007.

KINDLEIN JÚNIOR, W.; GUANABARA, A. S. A Importância do Binômio Design e Engenharia como Catalisador de Inovação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 7., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNICENP, 2006. 1 CD-ROM.

KNOBBE, M. M. A palavra da pele. **Revista Famecos**, Porto Alegre, n. 25, p. 127-137, 2004.

KRIPPENDORFF, K. Design centrado no usuário: uma necessidade cultural. **Estudos em Design**, Rio de Janeiro: Associação de Ensino de Design do Brasil, v. 8, n. 3, 2000.

KUNZLER, L. S. Q. **Estudo das variáveis de rugosidade, dureza e condutividade térmica aplicado à percepção tátil**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Porto Alegre, 2003.

KURTGÖZÜ, A. From function to emotion: a critical essay on the history of design arguments. **The Design Journal**, v. 6, Issue 2, p. 49-59, 2003.

LEINZ, V. **Guia para determinação de minerais**. São Paulo: Editora Nacional, 1974.

LÉVY, P. **O que é o virtual?** São Paulo: Editora 34, 1996.

LINDSTROM, M. **Brand sense: a marca multissensorial**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LÖBACH, B. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

MAILLET, B.; GUENAND, A.; LENAY, C. An experimental work on tactile interaction: how to give to the user the possibility to adopt an engaged or a receptive attitude? In: CONFERENCE ON DESIGN AND EMOTION, 5., 2006, Gothenburg. **Proceedings...**Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2006. 1 CD-ROM.

MANU, A. Tendências futuras: a forma acompanha o estado de espírito. In: FÓRUM INTERNACIONAL DESIGN E DIVERSIDADE CULTURAL, 1995, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SENAI/LBDI, 1995.

MANZINI, E. A matéria da invenção. Lisboa: Centro Português de Design, 1993.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento**. São Paulo: Atlas, 1999.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1999.

MEIRA, P. R. **Comportamento do cliente**: princípios teóricos e recentes pesquisas na área. Pelotas: EDUCAT, 2005.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial**: estudos com consumidores. Viçosa: Editora UFV, 2006.

MINUZZI, R. F. B.. **A formação do designer de superfície na UFSM x a atuação do designer em empresa cerâmica de SC no contexto da gestão do design**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

MOLES, A. **Teoría de los objetos**. Barcelona: G. Gili, 1974.

MULLER, F. G. **Estudo de transferência de calor em equipamento de medição de condutividade térmica baseado na norma ASTM E1225**. Trabalho de conclusão (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia Mecânica, Porto Alegre, 2007.

MUNARI, B. **Design e comunicação visual**. Rio de Janeiro: Edições 70, 1968.

NIEMEYER, L. Design atitudinal: uma abordagem projetual. In: LIMA, Guilherme Cunha (Org.). **Textos Selecionados de Design 1**. Rio de Janeiro: PPDESDI UERJ, 2006.

NORMAN, D. **Emotional design**: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2004.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 2008.

PISANI, E. M. et al. **Psicologia geral**. 18. ed. Porto Alegre: Vozes, 2000.

RUIZ, G. G. **Estudio de diseño**: sobre la construcción de las ideas y su aplicación a la realidad. Buenos Aires: Emecé Editores, 1994.

RÜTHSCHILLING, E. A. **Design de superfície**: prática e aprendizagem mediadas pela tecnologia digital. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, 2002.

_____. **Definição de design de superfície 2008**. Disponível em: <<http://www.nds.ufrgs.br>>. Acesso em: 23 out. 2008.

SAMARA, B. S.; BARROS, J. C. **Pesquisa de marketing**: conceitos e metodologia. São Paulo: Pearson, Prentice Hall (Grupo Pearson), 2001.

- SANTAELLA, L. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- SARTRE, J. P. **A imaginação**. Porto Alegre: L&PM, 2008.
- SATIR Europe Company Limited, 2008. Irlanda. Disponível em: <<http://satir-eu.com/index.asp>>. Acesso em: 12 nov. 2008.
- SCHIFFMAN, H. R. **Sensação e percepção**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- SCHMIDT, R. F. **Fisiologia sensorial**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1980.
- SCHWARTZ, A. R. D. **Design de superfície: por uma visão projetual geométrica e tridimensional**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2008.
- SIEGEL, D. J. **A mente em desenvolvimento: para uma neurobiologia de experiência interpessoal**. Trad. Aurora Narciso Rosa. Lisboa: Instituto Piaget, 2004.
- SILVA, F. P. **O uso da digitalização tridimensional a laser no desenvolvimento e caracterização de texturas aplicadas ao design de produtos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Porto Alegre, BR-RS, 2006.
- SILVA, M. A. A. P. **Desenvolvimento de perfil sensorial por análise descritiva quantitativa**. Apostila de curso de extensão. Campinas: Unicamp, 2004.
- ROSA, V. S. da. **Design e emoção: a mediação do designer na interpretação dos desejos e necessidades das pessoas**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Design. Porto Alegre, BR-RS, 2009.
- STEIN, N. L. et al. **Memory for everyday and emotional events**. Mahwa, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1997.
- SURI, J. F. The experience of evolution: developments in design practice. **The Design Journal**, v. 6, Issue 2, p. 39-48, 2003.
- TREVISAN, A. **Como apreciar a arte**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1990.
- TRUJILLO, V. **Pesquisa de mercado qualitativa e quantitativa**. São Paulo: Scortecci, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE RECRUTAMENTO DE JULGADORES

Recrutamento de Julgadores

Você já deve ter ouvido falar de degustadores profissionais de vinhos que diferenciam vinhos de safras diferentes apenas pelo odor. O que torna esses degustadores capazes de tal façanha é principalmente o treinamento que eles recebem.

Neste momento desejamos formar uma equipe treinada de julgadores especializados em percepção tátil, ou seja, que analisem com as mãos a superfície dos objetos. Os futuros julgadores avaliarão a qualidade sensorial de amostras selecionadas contribuindo para que eventualmente elas possam ser utilizadas em produtos. Entre as amostras serão avaliados diferentes materiais (cerâmico, metal, silicone, plástico rígido e osso), trabalhados com diferentes texturas.

Ser julgador não exigirá de você nenhuma habilidade excepcional, não tomará muito do seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil. A equipe de julgadores se reunirá duas vezes por semana por um período de 45 minutos no máximo. Espera-se atingir o término do treinamento (indicado pela repetibilidade dos resultados) em, no máximo, três meses.

Se você deseja participar da equipe de julgadores, por favor, preencha este formulário e retorne-o ao entrevistador que lhe repassou este documento. Se você tiver qualquer dúvida, ou necessitar de informações adicionais, por favor, não hesite em contatar-nos (Maria do Carmo – XXXX.XXXX).

Nome: _____
Faixa etária: 15-20 ____; 20-30 ____; 30-40 ____; 40-50 ____; 50-60 ____.
Telefone e e-mail para contato: _____

01) Indique, por favor, os horários e dias de semana em que você estaria disponível para realizar os encontros de treinamento:

02) Cite superfícies que você gosta muito (tanto referente ao material de que esta é feita quanto à textura nela aplicada):

03) Cite superfícies que você desgosta muito:

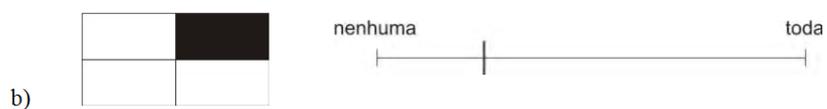
04) Você é capaz de citar três exemplos de superfícies rugosas/ lisas?

05) Você é capaz de citar três exemplos de superfícies naturalmente frias/ quentes?

06) Você é capaz de citar três exemplos de superfícies duras / moles?

07) Descreva algumas características táteis que você identifica no solado da sandália “Havaianas”:

08) Marque na linha direita de cada figura, um trecho que indique a proporção da figura que foi coberta de preto (não use régua, use apenas sua capacidade visual de avaliar):
Os três primeiros são exemplos:



Agora é sua vez:



e)  nenhuma toda

f)  nenhuma toda

g)  nenhuma toda

09) Especifique se possui alguma limitação na sua percepção tátil das mãos (exemplo: dormência nas mãos, calosidades, etc.):

10) Você possui alguma alergia epidérmica a algum material/ produto?

Se você concorda em participar do treinamento assine esta ficha, por favor.

Assinatura de Consentimento

APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE TESTES TRIANGULARES

TESTE TRIANGULAR DE DUREZA

Nome: _____ Data: _____

Por favor, toque as amostras codificadas de materiais da esquerda para a direita. Duas delas são iguais e uma é diferente. Identifique com um círculo a amostra que é diferente.

Comentários:

TESTE TRIANGULAR DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Nome: _____ Data: _____

Por favor, toque as amostras codificadas de materiais da esquerda para a direita. Duas delas são iguais e uma é diferente. Identifique com um círculo a amostra que é diferente.

Comentários:

TESTE TRIANGULAR DE RUGOSIDADE

Nome: _____ Data: _____

Por favor, toque as amostras codificadas de texturas da esquerda para a direita. Duas delas são iguais e uma é diferente. Identifique com um círculo a amostra que é diferente.

Comentários:

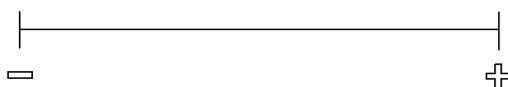
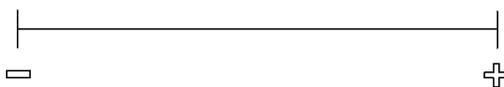
APÊNDICE C – FICHA DE AVALIAÇÃO DESCRITIVA DO TREINAMENTO DE JULGADORES

FICHA DE AVALIAÇÃO DESCRITIVA DAS AMOSTRAS

Nome:

Data:

Por favor, avalie as amostras encontradas nas cabines indicando sua posição nas régua abaixo.

RUGOSIDADE**CONDUTIVIDADE TÉRMICA****DUREZA**

APÊNDICE D – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS PRIMEIROS TRÊS TESTES DO TREINAMENTO DE
JULGADORES

Inicialmente foi avaliado o poder discriminativo e a boa repetibilidade de cada julgador. A tabela abaixo mostra os resultados da ANOVA aplicada sobre as avaliações de cada julgador nos primeiros três testes do treinamento (Teste 1, Teste 2 e Teste 3):

	Rugosidade		Dureza		Condutividade Térmica	
	Poder Discriminativo (>0,05)	Boa Repetibilidade (<= 0,30)	Poder Discriminativo (>0,05)	Boa Repetibilidade (<= 0,30)	Poder Discriminativo (>0,05)	Boa Repetibilidade (<= 0,30)
Julgador 1	0,71	0,00	0,31	0,00	0,92	0,02
Julgador 2	0,93	0,01	0,10	0,00	0,01	0,00
Julgador 3	0,04	0,00	0,13	0,00	0,44	0,00
Julgador 4	0,05	0,00	0,30	0,00	0,03	0,00
Julgador 5	0,60	0,00	0,25	0,00	0,74	0,00
Julgador 6	0,08	0,00	0,11	0,00	0,67	0,04
Julgador 7	0,12	0,00	0,73	0,00	0,20	0,00
Julgador 8	0,69	0,00	0,37	0,00	0,81	0,02
Julgador 9	0,03	0,00	0,03	0,00	0,10	0,00
Julgador 10	0,20	0,00	0,13	0,00	0,70	0,00
Julgador 11	0,01	0,00	0,94	0,01	0,76	0,01
Julgador 12	0,03	0,00	0,06	0,00	0,18	0,00

Quatro julgadores mostraram baixo poder discriminativo no atributo Rugosidade, um julgador mostrou baixo poder discriminativo no atributo Dureza, e dois julgadores mostraram baixo poder discriminativo no atributo Condutividade Térmica.

Depois de verificado o poder discriminativo e a boa repetibilidade, foi feita uma avaliação do consenso entre os julgadores. Para a verificação do consenso foi calculada uma ANOVA para cada atributo, utilizando as médias dos valores aferidos por cada julgador para cada amostra, já eliminados os julgadores com baixo poder discriminativo ou má repetibilidade identificados na tabela anterior.

Avaliação do Consenso no atributo Rugosidade

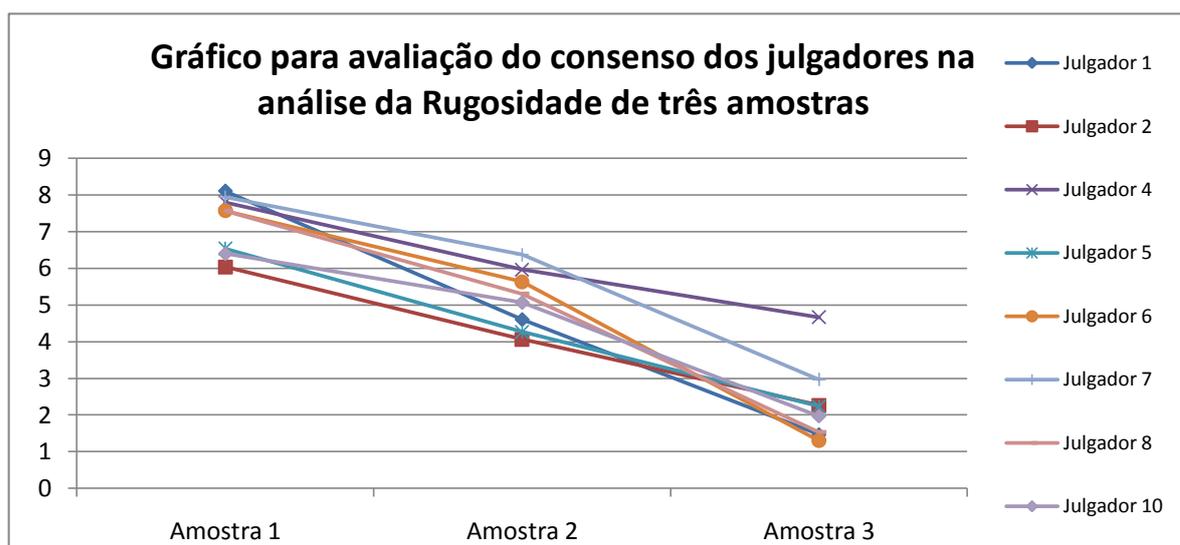
Médias para cálculo da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Rugosidade, após a eliminação dos julgadores 3, 9, 11 e 12

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Julgador 1	8,10	4,60	1,47
Julgador 2	6,03	4,07	2,27
Julgador 4	7,80	5,97	4,67
Julgador 5	6,53	4,27	2,23
Julgador 6	7,57	5,63	1,30
Julgador 7	7,93	6,37	2,97
Julgador 8	7,57	5,30	1,53
Julgador 10	6,40	5,07	1,97

Resultado da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Rugosidade, após a eliminação dos julgadores 3, 9, 11 e 12

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Julgadores	10,25556	7	1,46508	2,82393	0,04663	2,76420
Amostras	98,48111	2	49,24056	94,91066	0,00000	3,73889
Erro	7,263333	14	0,51881			
Total	116	23				

O resultado da ANOVA para o atributo Rugosidade indicou que não houve consenso entre os oito julgadores restantes ($F > F_{\text{crítico}}$) e, portanto, é necessário eliminar julgadores até atingir o consenso. Para auxiliar na escolha de qual julgador deve ser eliminado, foi gerado o seguinte gráfico:



Pelo gráfico pode-se identificar visualmente que o Julgador 4 aferiu para a Amostra 3 um valor diferente dos demais julgadores e, portanto, é um bom candidato à eliminação. Procedeu-se um novo cálculo da ANOVA, desta vez eliminando também o Julgador 4, e verificou-se que o consenso foi atingido com $F=1,95156$ e $F_{\text{crítico}}= 2,99612$.

Avaliação do Consenso no atributo Dureza

Dados para cálculo da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Dureza, após a eliminação do Julgador 9

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Julgador 1	5,17	1,67	8,50
Julgador 2	5,97	4,80	8,33
Julgador 3	4,87	3,23	8,87
Julgador 4	5,30	3,17	8,73
Julgador 5	3,67	3,77	8,33
Julgador 6	4,33	3,30	8,77
Julgador 7	3,00	3,37	8,70
Julgador 8	6,50	4,83	8,93
Julgador 10	5,00	3,57	9,00
Julgador 11	4,73	3,30	8,00
Julgador 12	6,20	4,43	8,27

Resultado da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Dureza, após a eliminação do Julgador 9

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Linhas	9,38391	10	0,93839	1,76093	0,13508	2,34788
Colunas	146,52061	2	73,26030	137,47590	0,00000	3,49283
Erro	10,65791	20	0,53290			
Total	166,56242	32				

Como $F < F_{\text{crítico}}$, pode-se concluir que há consenso entre os 11 julgadores restantes no atributo Dureza, e não há necessidade de gerar um gráfico para aferição visual do consenso.

Avaliação do Consenso no atributo Condutividade Térmica

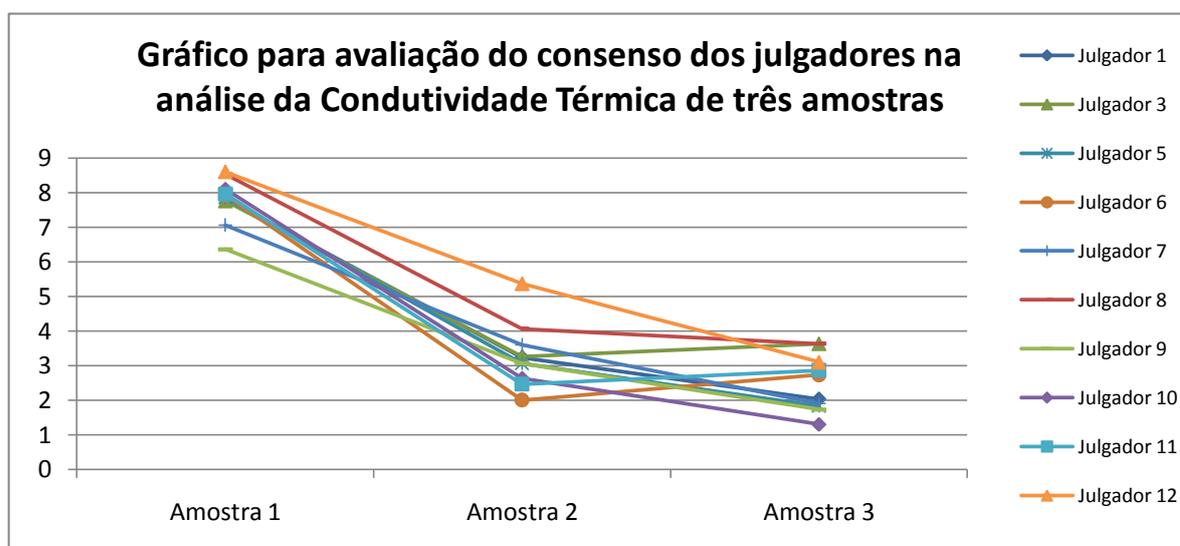
Dados para cálculo da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Condutividade Térmica, após a eliminação dos julgadores 2 e 4

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Julgador 1	7,83	3,23	2,03
Julgador 3	7,77	3,27	3,63
Julgador 5	7,87	3,07	1,83
Julgador 6	7,93	2,00	2,73
Julgador 7	7,07	3,60	1,90
Julgador 8	8,53	4,07	3,63
Julgador 9	6,37	3,07	1,73
Julgador 10	8,10	2,63	1,30
Julgador 11	7,97	2,47	2,87
Julgador 12	8,60	5,37	3,10

Resultado da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Condutividade Térmica, após a eliminação dos julgadores 2 e 4

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Linhas	10,47337	9	1,16371	2,79743	0,03021	2,45628
Colunas	165,01363	2	82,50681	198,33761	0,00000	3,55456
Erro	7,48785	18	0,41599			
Total	182,97485	29				

O resultado da ANOVA para o atributo Condutividade Térmica indicou que não houve consenso entre os dez julgadores restantes ($F > F_{\text{crítico}}$). Para auxiliar na escolha do julgador a ser eliminado, foi gerado o seguinte gráfico:



Pelo gráfico pode-se verificar visualmente que o Julgador 12 aferiu para a Amostra 2 um valor diferente dos demais julgadores, sendo um bom candidato à eliminação. Procedeu-se um novo cálculo da ANOVA, desta vez eliminando também o Julgador 12, e verificou-se que o consenso foi atingido com $F=1,95046$ e $F_{\text{crítico}}= 2,59110$.

Resultado Final da Análise Estatística

A Análise Estatística dos primeiros três testes apresentou os seguintes resultados:

- No atributo Rugosidade, os julgadores 3, 9, 11 e 12 foram eliminados por terem baixo poder discriminativo, e o Julgador 4 foi eliminado por não ter consenso com o grupo;
- No atributo Dureza, o Julgador 9 foi eliminado por ter baixo poder discriminativo;
- No atributo Condutividade Térmica, os julgadores 2 e 4 foram eliminados por terem baixo poder discriminativo, e o Julgador 12 foi eliminado por não ter consenso com o grupo.

APÊNDICE E – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS ÚLTIMOS TRÊS TESTES DO TREINAMENTO DE
JULGADORES

A tabela abaixo mostra os resultados da ANOVA aplicada sobre a média das avaliações de cada julgador nos últimos três testes do treinamento (Teste 2, Teste 3 e Teste 4):

	Rugosidade		Dureza		Condutividade Térmica	
	Poder Discriminativo (>0,05)	Boa Repetibilidade (<= 0,30)	Poder Discriminativo (>0,05)	Boa Repetibilidade (<= 0,30)	Poder Discriminativo (>0,05)	Boa Repetibilidade (<= 0,30)
Julgador 1	0,94	0,00	0,99	0,00	0,91	0,02
Julgador 2	0,97	0,01	0,16	0,01	0,13	0,01
Julgador 3	0,13	0,01	0,11	0,01	0,18	0,00
Julgador 4	0,19	0,01	0,02	0,00	0,54	0,00
Julgador 5	0,12	0,00	0,23	0,00	0,88	0,00
Julgador 6	0,74	0,00	0,13	0,00	0,83	0,04
Julgador 7	0,02	0,00	0,75	0,01	0,26	0,00
Julgador 8	0,57	0,00	0,83	0,07	0,94	0,04
Julgador 9	0,10	0,00	0,52	0,00	0,85	0,00
Julgador 10	0,20	0,00	0,12	0,00	0,26	0,00
Julgador 11	0,14	0,02	0,28	0,01	0,97	0,02
Julgador 12	0,00	0,00	0,05	0,00	0,27	0,02

Dois julgadores mostraram baixo poder discriminativo no atributo Rugosidade, um julgador mostrou baixo poder discriminativo no atributo Dureza, e todos os julgadores foram aprovados no atributo Condutividade Térmica.

Para a verificação do consenso entre os julgadores, foi calculada uma ANOVA para cada atributo, utilizando as médias dos valores aferidos por cada julgador para cada amostra, já tendo eliminado os julgadores com baixo poder discriminativo identificados na tabela anterior.

Avaliação do Consenso no atributo Rugosidade

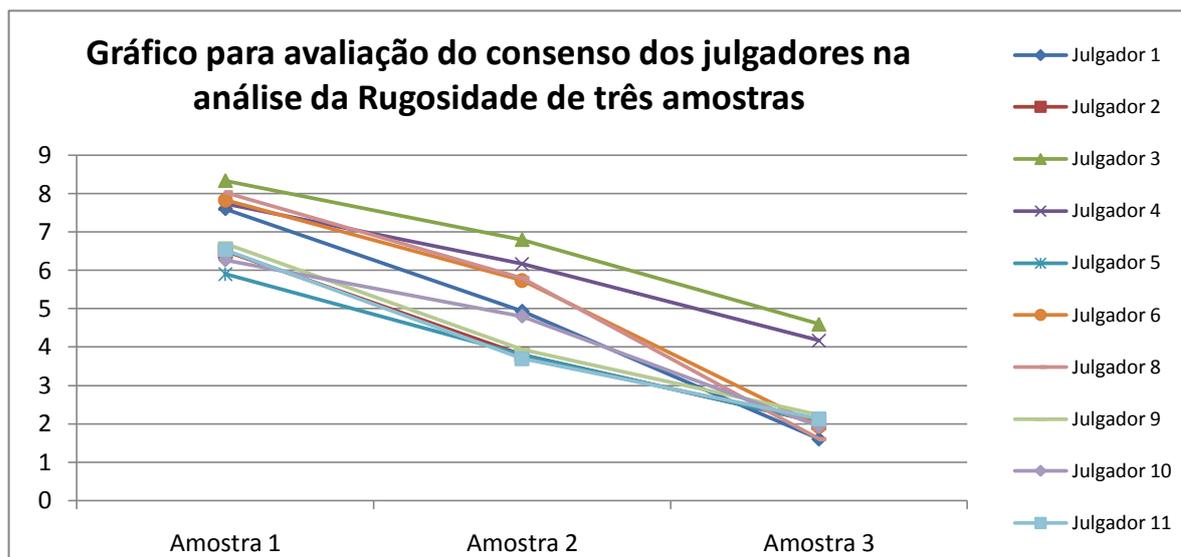
Médias para cálculo da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Rugosidade, após a eliminação dos julgadores 7 e 12

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Julgador 1	7,60	4,93	1,60
Julgador 2	6,50	3,80	2,03
Julgador 3	8,33	6,80	4,60
Julgador 4	7,73	6,17	4,17
Julgador 5	5,90	3,80	2,03
Julgador 6	7,83	5,73	1,93
Julgador 8	8,03	5,80	1,60
Julgador 9	6,70	3,93	2,23
Julgador 10	6,27	4,80	1,93
Julgador 11	6,53	3,70	2,13

Resultado da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Rugosidade, após a eliminação dos julgadores 7 e 12

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Julgadores	21,30981	9	2,36776	6,29716	0,00047	2,45628
Amostras	111,40896	2	55,70448	148,14860	0,00000	3,55456
Erro	6,76807	18	0,37600			
Total	139,48685	29				

O resultado da ANOVA para o atributo Rugosidade indicou que não houve consenso entre os dez julgadores restantes ($F > F_{\text{crítico}}$) e, portanto, é necessário eliminar julgadores até atingir o consenso. Para auxiliar na escolha de qual julgador deve ser eliminado, foi gerado o seguinte gráfico:



Pelo gráfico pode-se verificar visualmente que os julgadores 3 e 4 aferiram para a Amostra 3 um valor diferente dos demais julgadores sendo, portanto, bons candidatos à eliminação. Inicialmente foi feito um novo cálculo da ANOVA, eliminando além dos julgadores 7 e 12, também o Julgador 3. Mesmo assim o consenso não foi atingido: $F=3,61752$ e $F_{\text{crítico}}= 2,59110$. Foi então recalculada a ANOVA eliminado também o Julgador 4 (além dos julgadores 3, 7 e 12), e desta vez o consenso foi atingido com $F=1,82027$ e $F_{\text{crítico}}= 2,76420$.

Avaliação do Consenso no atributo Dureza

Dados para cálculo da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Dureza, após a eliminação do Julgador 4

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Julgador 1	4,90	1,60	8,10
Julgador 2	5,80	4,40	8,47
Julgador 3	5,07	3,53	8,90
Julgador 5	4,23	3,63	8,13
Julgador 6	3,87	3,03	8,83
Julgador 7	3,20	2,67	8,07
Julgador 8	6,67	5,10	8,10
Julgador 9	5,47	4,43	7,93
Julgador 10	4,40	2,93	9,00
Julgador 11	4,57	3,13	7,33
Julgador 12	5,77	3,87	8,10

Resultado da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Dureza, após a eliminação do Julgador 4

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Linhas	11,08970	10	1,10897	2,11281	0,07415	2,34788
Colunas	132,88168	2	66,44084	126,58321	0,00000	3,49283
Erro	10,49758	20	0,52488			
Total	154,46896	32				

Como $F < F_{\text{crítico}}$, então se pode concluir que há consenso entre os 11 julgadores restantes no atributo Dureza, e não há necessidade de gerar um gráfico para aferição visual do consenso.

Avaliação do Consenso no atributo Condutividade Térmica

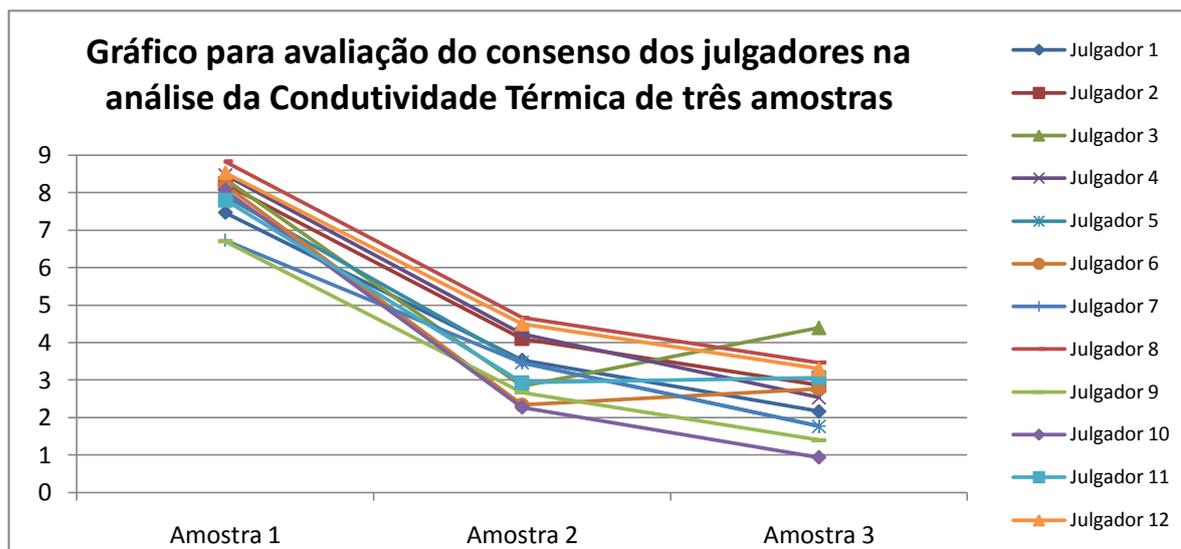
Dados para cálculo da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Condutividade Térmica

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Julgador 1	7,47	3,53	2,17
Julgador 2	8,23	4,10	2,87
Julgador 3	8,37	2,83	4,40
Julgador 4	8,47	4,23	2,53
Julgador 5	7,90	3,47	1,77
Julgador 6	8,20	2,33	2,77
Julgador 7	6,73	3,47	1,77
Julgador 8	8,83	4,67	3,47
Julgador 9	6,70	2,67	1,40
Julgador 10	8,07	2,27	0,93
Julgador 11	7,80	2,93	3,07
Julgador 12	8,53	4,50	3,30

Resultado da ANOVA para verificação do consenso entre os julgadores no atributo Condutividade Térmica

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F _{crítico}
Linhas	14,55617	11	1,32329	3,41266	0,00688	2,25852
Colunas	201,88414	2	100,94207	260,32224	0,00000	3,44336
Erro	8,53068	22	0,38776			
Total	224,97099	35				

O resultado da ANOVA para o atributo Condutividade Térmica indicou que não houve consenso entre os doze julgadores ($F > F_{\text{crítico}}$). Para auxiliar na escolha do julgador a ser eliminado, foi gerado o seguinte gráfico:



O gráfico não deixa claro qual seria o julgador mais indicado para eliminação. A princípio o Julgador 3 poderia parecer um bom candidato, porém as aferições das Amostras 1 e 2 deste julgador estão bem dentro do grupo. Para definir qual seria o julgador com pior consenso em relação ao grupo, procedeu-se o cálculo de 12 ANOVAs, retirando em cada uma delas um dos julgadores (e deixando os 11 demais), com os seguintes resultados:

Resultados das ANOVAs no atributo Condutividade Térmica retirando cada um dos julgadores individualmente.

	F	F _{crítico}
Sem o Julgador 1	3,45552	2,34788
Sem o Julgador 2	3,30673	2,34788
Sem o Julgador 3	5,16161	2,34788
Sem o Julgador 4	3,41031	2,34788
Sem o Julgador 5	3,54611	2,34788
Sem o Julgador 6	3,98110	2,34788
Sem o Julgador 7	3,45644	2,34788
Sem o Julgador 8	2,63404	2,34788
Sem o Julgador 9	2,62358	2,34788
Sem o Julgador 10	3,55343	2,34788
Sem o Julgador 11	3,66107	2,34788
Sem o Julgador 12	2,95256	2,34788

Desta forma, chegou-se à conclusão que a retirada do Julgador 9 seria a que deixaria o grupo mais próximo do consenso com $F=2,62358$ e $F_{\text{crítico}}= 2,34788$. Repetiu-se novamente o processo, desta vez calculando 11 ANOVAs e retirando em cada uma delas o Julgador 9 e um dos julgadores restantes (deixando os 10 demais). Obtiveram-se os seguintes resultados:

Resultados das ANOVAs no atributo Condutividade Térmica retirando o Julgador 9 juntamente com cada um dos demais julgadores.

	F	F _{crítico}
Sem os julgadores 9 e 1	2,612812	2,456281
Sem os julgadores 9 e 2	2,570956	2,456281
Sem os julgadores 9 e 3	3,990448	2,456281
Sem os julgadores 9 e 4	2,655437	2,456281
Sem os julgadores 9 e 5	2,675978	2,456281
Sem os julgadores 9 e 6	2,989831	2,456281
Sem os julgadores 9 e 7	2,480834	2,456281
Sem os julgadores 9 e 8	1,968806	2,456281
Sem os julgadores 9 e 10	2,369215	2,456281
Sem os julgadores 9 e 11	2,795783	2,456281
Sem os julgadores 9 e 12	2,261729	2,456281

Chegou-se à conclusão de que o melhor consenso seria atingido retirando-se também o Julgador 8. É interessante notar que a retirada dos julgadores 10 ou 12 também traria consenso ao grupo, porém o Julgador 8 foi o escolhido pois a sua retirada juntamente com o Julgador 9 é a que traria o menor valor de F .

Resultado Final da Análise Estatística

A Análise Estatística dos últimos três testes do treinamento de julgadores apresentou os seguintes resultados:

- No atributo Rugosidade, os julgadores 7 e 12 foram eliminados por terem baixo poder discriminativo, e os julgadores 3 e 4 foram eliminados por não terem consenso com o grupo;

- No atributo Dureza, o Julgador 4 foi eliminado por ter baixo poder discriminativo;
- No atributo Condutividade Térmica, os julgadores 8 e 9 foram eliminados por não terem consenso com o grupo.

APÊNDICE F – FICHA DE AVALIAÇÃO DESCRITIVA UTILIZADA NOS TESTES SENSORIAIS

FICHA DE AVALIAÇÃO DESCRITIVA

Nome:

Data:

Tipo de seqüência:

Por favor, avalie as amostras encontradas nas cabines indicando sua posição nas régua abaixo.

DUREZA



A horizontal scale for DUREZA with a vertical line at each end. The left end has a small horizontal bar below it, and the right end has a small cross symbol below it. There are two tick marks on the line, one at approximately 25% and one at approximately 75% of the length.

RUGOSIDADE 1



A horizontal scale for RUGOSIDADE 1 with a vertical line at each end. The left end has a small horizontal bar below it, and the right end has a small cross symbol below it. There are two tick marks on the line, one at approximately 25% and one at approximately 75% of the length.

RUGOSIDADE 2



A horizontal scale for RUGOSIDADE 2 with a vertical line at each end. The left end has a small horizontal bar below it, and the right end has a small cross symbol below it. There are two tick marks on the line, one at approximately 25% and one at approximately 75% of the length.

CONDUTIVIDADE TÉRMICA



A horizontal scale for CONDUTIVIDADE TÉRMICA with a vertical line at each end. The left end has a small horizontal bar below it, and the right end has a small cross symbol below it. There are two tick marks on the line, one at approximately 25% and one at approximately 75% of the length.

APÊNDICE G – FORMULÁRIO DE TESTE AFETIVO

FORMULÁRIO DE TESTE AFETIVO

Nome: _____ Data: _____

Para cada amostra, marque com um "X" a coluna que melhor descreve sua sensação tátil de acordo com a escala abaixo:

- ☹☹ Muito desagradável (preencher Observações)
 ☹ Desagradável
 😐 Indiferente
 ☺ Agradável
 ☺☺ Muito agradável (preencher Observações)

TESTE 1	☹☹	☹	☹	☹	☹	☹☹	Observações
Amostra A							
Amostra B							
Amostra C							
Amostra D							
Amostra E							

TESTE 2	☹☹	☹	☹	☹	☹	☹☹	Observações
Amostra A							
Amostra B							
Amostra C							
Amostra D							
Amostra E							

TESTE 3	☹☹	☹	☹	☹	☹	☹☹	Observações
Amostra A							
Amostra B							
Amostra C							
Amostra D							
Amostra E							

TESTE 4	☹☹	☹	☹	☹	☹	☹☹	Observações
Amostra A							
Amostra B							
Amostra C							
Amostra D							
Amostra E							

TESTE 5	☹☹	☹	☹	☹	☹	☹☹	Observações
Amostra A							
Amostra B							
Amostra C							
Amostra D							
Amostra E							

ANEXOS

ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES DA BORRACHA LÍQUIDA DE SILICONE (BX-3-8001)



ARALSUL PRODUTOS QUÍMICOS LTDA.
 REPRESENTAÇÃO E REVENDA HUNTSMAN
 Av. Bernardino Silveira Amorim, 1181 CEP: 91140-410
 Porto Alegre / RS
 Fone: 0(xx)51 3365 4590
 Fax: 0(xx)51 3365 3784
 E-mail: vendas@aralsul.com.br
 Home Page: www.aralsul.com.br

BX-3-8001 - Borracha Líquida de Silicone

REVISÃO: 09/03/2006

DESCRIÇÃO

BX-3-8001 Borracha Líquida de Silicone para moldagem é um produto bi-componente, composto de base e catalisador, de média viscosidade. Ao misturar os componentes na proporção de 20:1 (100 partes da base por 5 do catalisador, em peso), cura-se à temperatura ambiente e forma um elastômero de silicone flexível e altamente resistente ao rasgo.

Outras vantagens que BX-3-8001 Borracha Líquida de Silicone para moldagem oferece, são:

- Excelente reprodução de detalhes.
- Características excepcionais de desmoldagem.
- Fácil de misturar e desacerar.
- Longo tempo de trabalho.
- Cura não sensível à inibição.
- Baixo encolhimento (0,5%).
- Cura não exotérmica
- Excelente resistência ao rasgo.
- Grande capacidade de alongamento.
- Boa resistência à tração.

MODO DE USAR

Para assegurar o máximo de confiabilidade e desempenho, estas informações deverão ser lidas com atenção.

PREPARAÇÃO

Devem ser removidas toda a sujeira e contaminantes do original do qual vai ser feito o molde. Quando for usado um solvente para a limpeza, cuidados devem ser tomados para assegurar que o mesmo seja compatível com o original, e tempo suficiente deve ser permitido para que o solvente se evapore completamente.

Caso necessário o original e o recipiente de moldagem devem ser revestidos com um agente desmoldante. Isto é de particular importância com substratos porosos. Agentes desmoldantes poderão ser soluções de solventes e vaselina ou soluções aquosas de sabão.

Tipo

Elastômero de silicone bicomponente.

Forma Física: Borracha firme e de cor branca a creme

Propriedades Especiais: Grande resistência ao rasgo e alongamento. Excelente desmoldante.

Usos Principais

Confeção de moldes de borracha de silicone flexível e de alta resistência, encapsulado de componentes eletrônicos, fabricação de peças, moldes de pcle de elevada resistência para a indústria de calçados, moldagem por alta frequência, etc.

COMO FORNECIDO - BASE

Cor

Branca a Creme

Viscosidade, cps

10.000

COMO FORNECIDO - CATALISADOR.

Cor	Transparente
Viscosidade, cps	30

MISTURA BASE + CATALISADOR (20:1 em peso)

Tempo de Trabalho (1), horas aproximadas	2
--	---

CURADO

Tensão de Ruptura, psi	250
Alongamento de Ruptura, %	400
Resistência ao rasgo, Padrão B, ppi	35
Dureza, Shore A, pontos	7-10
Contração Linear, %	0,5

Estas propriedades não são afetadas por envelhecimento por calor durante 24 horas a 150 °C.

1 – Tempo de trabalho é definido como tempo necessário para duplicar a viscosidade original da mistura desaerada e catalisada.

PROPRIEDADES TÍPICAS

Estes valores não são destinados para serem utilizados na preparação de especificações.

IMPORTANTE: Queiram contatar a Aralsul Produtos Químicos Ltda, antes de fazer suas especificações com esse produto.

MISTURA

A base e o catalisador devem ser homogêneos antes de serem misturados. Em seguida, misturam-se os dois produtos na proporção 20:1 (100 partes da base em 5 partes de catalisador, em peso). A mistura manual será satisfatória se forem tomados cuidados quanto à entrada de ar no sistema e perda de catalisador. A mistura deve ser completada dentro de 2 minutos e a temperatura não deve exceder 35 °C.

DESAERAÇÃO

Para assegurar moldes livres de bolha e obter o máximo de vida útil, é importante que a mistura catalisada seja desaerada antes do uso. A desaeração da mistura é feita sob um vácuo de 30-60 mmHg e deve ser mantida até sua completa expansão e retração ao nível original (3 a 5 minutos no máximo).

ATENÇÃO

Desaeração além de 5 minutos pode causar uma cura mais lenta e problemas de cura nas seções maiores. O recipiente deve ser de um tamanho pelo menos 5 vezes maior do que o volume da mistura, para garantir a expansão.

VAZANDO O MOLDE

A mistura catalisada tem uma vida útil de aproximadamente 2 horas sob condições normais de temperatura de trabalho. Deve ser despejada cuidadosamente para evitar aprisionamento de ar e deve fluir de um canto do molde para preencher todo o volume desejado. Não raspe as laterais do recipiente que contém a mistura catalisada.

CURA

A mistura catalisada cura-se dentro de 24 horas, transformando-se numa borracha flexível, após o que pode ser desmoldada. As propriedades mecânicas máximas desenvolvem-se dentro de 7 dias.

ATENÇÃO

A velocidade de cura não é significativamente afetada pela elevação da temperatura durante a mesma. As propriedades máximas não são conseguidas pela variação da quantidade de catalisador da mistura para além da recomendada, de 20:1 (5% em peso).

TIXOTROPIA: BX-3-8001 Borracha Líquida de Silicone para Moldagem pode ter sua tixotropia aprimorada, adicionando-se 3% de aditivo tixotrópico (para maiores detalhes sobre o produto, veja folha separada de informações) Um material não-fluível é particularmente útil em aplicações de moldagem quando:

- É necessário um molde de um objeto vertical que não pode ser removido.
- É desejado um molde de uma seção fina, por razões econômicas.

PIGMENTAÇÃO

A base da BX-3-8001 pode ser rapidamente pigmentada com o uso de pigmentos adequados ou de um "master", com pouco ou nenhum efeito em suas propriedades finais. Para maiores informações, entre em contato com a Aralsul Produtos Químicos Ltda.

PRECAUÇÕES DE MANUSEIO

Não incluí as informações de segurança do produto necessárias para uma utilização segura. Antes de utilizar o produto, leia a ficha técnica de especificações e segurança e os rótulos das embalagens para obter informações sobre uma utilização segura e sobre os perigos físicos e para a saúde.

ARMAZENAGEM E VIDA ÚTIL

Quando armazenados em seus recipientes originais, fechados, a 25 °C, a base e o catalisador têm sua vida útil de 6 meses a contar da data de fabricação. Tanto a base como o catalisador, são sensíveis à umidade. Cuidados devem ser tomados para assegurar que os recipientes sejam fechados após o uso.

EMBALAGEM

BX-3-8001 Borracha Líquida de Silicone para Moldagem apresenta-se em embalagens de 1,0 ,4,0 e 10Kg. Seu catalisador, nas respectivas proporções

ANEXO B – ESPECIFICAÇÃO RESINA HUNTSMAN



RenCast 452 Resina/Endurecedor

Sistema de poliuretano, para a confecção de protótipos através de mistura e distribuição automática, vacuum casting ou manual, enrijecimento rápido e desmoldagem entre 90 e 120 minutos

Propriedades

- Mistura de baixa viscosidade de rápido preenchimento de cavidades,
- Facilidade de mistura e aplicação por fundição com ou sem ação de vácuo,
- Boa resistência mecânica, térmica e química,
- Boa flexibilidade.

Descrição

A mistura RenCast 452 enrijece entre 4 e 10 minutos, o que possibilita rápida fundição e desmoldagem de grandes peças protótipo utilizando o equipamento de distribuição automática, vacuum casting ou fundição manual. As peças protótipo confeccionadas a partir de RenCast 452 exibem alto desempenho semelhante a peças termoplásticas (PE,PP), incluindo alta resistência ao impacto, boa flexibilidade e estabilidade dimensional.

Aplicações

Rápida produção de grandes peças protótipos e pequenas séries de produção simulando características de termoplástico injetado.

Dados dos produtos

	Ren 452 End	RenCast 452 Res	RenCast 452A/B
Cor (visual)	Líquido Amarelo	Líquido Amarelo	Líquido Amarelo
Peso específico (g/c)	1,05-1,10	1,20-1,30	1,12-1,20
Viscosidade a 25°C (mPas)	1000-1300	60-90	220-290
Tempo de uso (100g/25°C)	-	-	4-10 minutos
Desmoldagem após (25°C)	-	-	90-120 minutos

Processamento

Recomendação para mistura

Homogeneizar o endurecedor antes da mistura. Pesar cada um dos componentes de forma precisa ($\pm 5\%$) em recipientes limpos. Colocar a resina e o endurecedor juntos e homogeneizar. Raspar as laterais, o fundo do recipiente e a própria espátula misturadora varias vezes para assegurar a uniformidade da mistura. No momento da utilização a temperatura não deve ser inferior a 18 °C

Proporção de mistura	Partes em peso	Partes em volume
RenCast 452 Resina	100	100
RenCast 452 Endurecedor	100	100

A fundição poderá ser efetuada sob vácuo (Vacuum casting), manualmente sob temperatura e pressão normais, ou com bico estático em equipamentos automáticos de mistura e dosagem. Para a moldagem do sistema RenCast 452 podem ser utilizados moldes simples de silicone, poliuretano, epóxi ou qualquer outro material previamente tratado com agente desmoldante.

As peças podem ser curadas em temperatura ambiente sem a necessidade de um suporte. Para as opções de endurecimento sob temperaturas elevadas, deve-se considerar que haverá maior contração da peça após o resfriamento.

Para o desenvolvimento das propriedades físicas máximas, este sistema deve ser submetido a uma pós-cura. Após a desmoldagem em temperatura ambiente, as peças podem ser pós-curadas em suporte durante 14 horas a 80 °C.

As opções de endurecimento e cura a calor devem ser estudadas de acordo com as espessuras envolvidas, as características dos moldes e a complexidade e tamanho da peça.

Propriedades típicas do produto curado (7 dias a 25°C)

Propriedade	unidade	valor
Dureza Shore D	unidades	>70
Resistência a flexão	N/mm ²	65-70
Resistência a tração	N/mm ²	35-42
Resistência a compressão	N/mm ²	50-60
Resistência ao impacto	Kj/m ²	3,5-4,5
Resistência térmica(TG)	°C	65-75

Armazenamento e validade

Protegidos do sol e de intempéries, sob temperaturas entre 18 e 25°C, em suas embalagens originais com fechamento de fábrica, os produtos mantêm suas características para uso por, pelo menos, 1 ano após a fabricação. Verifique na etiqueta do produto a data de validade mencionada. Manter entre 18 °C e 25 °C. Este produto é sensível a umidade e deve ser armazenado sob um manto de nitrogênio seco. Manter o selo de fábrica. Após o uso, recubra-o com o nitrogênio seco e, com firmeza, sele o produto novamente.

Manuseio e precauções de segurança

Não utilizar ou manipular o produto antes que o Folheto de Segurança seja lido e compreendido. Os procedimentos recomendados de higiene industrial e necessidade de equipamentos de proteção individual (protetor facial com filtro para gases orgânicos, óculos, luvas, avental, etc.) devem ser observados sempre que os nossos produtos forem manipulados e processados. Informações adicionais podem ser encontradas no FISPQ.

Trabalhar em local ventilado e utilizar ferramentas limpas e secas durante a mistura e a aplicação. Combinar a resina e o endurecedor conforme as proporções de mistura. Misturar bastante e utilizar logo em seguida. Durante a manipulação e mistura é recomendável que os componentes estejam sob temperatura superior a 18 °C.

NOTA: Os sistemas termofixos geram calor durante a cura. A quantidade de calor e o tempo enquanto o calor é liberado varia significativamente entre os sistemas. Além disso, a temperatura do ambiente ou produto, a quantidade de material e a forma do recipiente, também são fatores que influenciam o perfil da temperatura de um sistema de mistura. Em alguns casos, a reação exotérmica pode ser vigorosa, gerando calor o suficiente para provocar a decomposição do sistema com subsequente liberação de grandes volumes de fumaça acre. Uma boa regra geral é nunca misturar material além do que pode ser aplicado durante o tempo de uso ou o tempo de gel. Tomar cuidado ao utilizar materiais em outras aplicações além das mencionadas no folheto de dados do produto.

Primeiros socorros

A contaminação dos olhos por resina, endurecedor ou mistura de fundição deve ser imediatamente tratada através de lavagem com água corrente limpa durante 10 a 15 minutos. O material derramado sobre a pele deve ser retirado e a área contaminada precisa ser lavada e tratada com um creme de limpeza. Consultar um médico em caso de irritação severa ou queimaduras. A roupa contaminada deve ser imediatamente trocada. Qualquer pessoa que se sinta mal após a inalação de vapores deve ser levada imediatamente ao ar livre. Procurar assistência médica em todos os casos de dúvida.

IMPORTANTE:

Todas as informações deste documento são baseadas em resultados obtidos através de conhecimentos práticos e testes, sendo supostamente considerados precisos, mas são fornecidos sem qualquer responsabilidade por perdas ou danos quando decorrentes de uso fora de nossos controles e/ou especificações de uso.

Os usuários sempre devem realizar testes em quantidade suficiente para determinar a adequação de uso do produto às suas aplicações desejadas.

Nenhuma declaração deve ser incorporada em qualquer contrato, a não ser que esteja mútua e expressamente acordada por escrito, nem interpretada como recomendação ao uso de qualquer produto em conflito com qualquer patente.

Av. Prof. Vicente Rao, 90
04706-900 São Paulo - SP
Atendimento ao Cliente:
Tel. 0800 170 850
Fax (011) 5543-6386 - A/C ATO
renshape_brasil@huntsman.com.br
<http://www.huntsman.com/>

Certificação ISO 9001

HUNTSMAN

Polyurethanes
& Specialties

Advanced Materials

ANEXO C – ESPECIFICAÇÃO ZAMAC

DE : MINAZINCO	NO. DE FAX : 515944443	24 ABR. 2009 08:48AM P2
MINAS ZINCO <small>Tecnologia em Zamac</small>	Minas Zinco Industria e Comercio Ltda	
	C.N.P.J: 05.074.567/0002-07 - I.E. 0860341810	
	Rua Benjamin Altmayer, 680-Roselândia - Novo Hamburgo - RS	
	Fone: (51)3594-4443 - Fax: (51)3594-4445	
	Site: www.minaszinco.com.br	

CERTIFICADO DE ANALISES

Certificado Nº 06467

Ciente: **AJF BIJOUTERIAS LTDA**

Data: 24/04/2009 Lote Nº: 904221 Forno: 03 Nota Fiscal: 01

Material: **ZAMAC ZAP** Data de Fabricação: 22/04/09

COMPOSIÇÃO QUÍMICA
Elementos de liga de zinco

Especificado: ZAMAC ZAP	Encontrado: ZAMAC ZAP
Zn = A DIFERENÇA	Zn = 92.94 %
Al = 3.50 A 4.20	Al = 3.78 %
Mg = 0.45 A 0.65	Mg = 0.508 %
Cu = 2.60 A 3.10	Cu = 2.76 %

Impurezas Máximas Especificadas	Impurezas Encontradas
Pb = 0.004	Pb = 0.0023 %
Cd = 0.003	Cd = 0.0003 %
Fe = 0.075	Fe = 0.010 %
Sn = 0.002	Sn = 0.0011 %
Ni = 0.02	Ni = 0.0021 %

POLÍTICA DE QUALIDADE

Atender e satisfazer o cliente, fornecendo produtos com tecnologia, atendendo aos requisitos regulamentares e dos clientes, garantindo a melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade.

Cristiane Konrath
Cristiane Konrath

Este trabalho foi realizado com o apoio da CAPES.