Metodologia de Análise da Percepção Tátil em Diferentes Classes de Materiais e Texturas para Aplicação no Design de Produtos

M. C. T. Dischinger[a,b] **e W. Kindlein Jr.**[b]

[a]*mariadischinger@gmail.com*

[a]*Departamento de Design e Exp. Gráfica,*
[b]*Programa de Pós-Graduação em Design,*
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Resumo

A presente pesquisa foi conduzida objetivando 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. Busca-se 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 foi esquematizada e aplicada em todas as suas etapas. Para tanto, utilizaram-se equipamentos de medição, uma equipe de julgadores treinados e pessoas aleatórias para obter medidas objetivas, subjetivas e afetivas. Exploram-se as possibilidades decorrentes do uso de equipamentos tecnológicos, do treinamento científico de julgadores e a interface mais subjetiva, do afeto, que enfatiza o usuário como foco do design. Tal encontro evidencia caminhos possíveis para uma projetação mais abrangente, mais coerente com o que se deseja transmitir e quem se deseja alcançar.

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

Methodology of Tactile Perception Analysis in Different Classes of Materials and Textures for Application in Product Design

Abstract

This research was conducted aiming 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 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. The possibilities arising from the use of technological equipment, the scientific training of assessors and a more subjective interface of affection are explored, which emphasizes the user as 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.

1. INTRODUÇÃO

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 aproveitar 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 [38].

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 uma resposta sensorial proporcional e 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 [18] 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. Niemeyer [34] 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. Designers e profissionais da área de projetação 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.

Neste sistema de relacionamentos e trocas, os objetos assumem o importante papel de participar ativamente da identificação do indivíduo e contribuem para seu reconhecimento e valorização perante seus pares. Conforme Maillet, Guenand e Lenay [28] e Löbach [27] 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 [13]. 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 projetação. No entendimento de Crossley [5] 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 também um relacionamento.

De acordo com Manu [29], 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 [23]. 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/).

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 [41]. Neste sentido é urgente que o designer se concentre em compreender o máximo possível sobre o destinatário ao qual ele se dirige. Ainda Suri [41] 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.

Especificamente com relação à seleção de materiais dentro do projeto de design, Karana [20] 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 5° Congresso de Design e Emoção, Elvin Karana [20] 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 partir deste cenário, esta pesquisa foi 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 [10] 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.

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 [42], é o conhecimento adquirido com a experiência, a leitura de pesquisas divulgadas na mídia e, principalmente, a intuição de alguns profissionais. A projetação 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 [14]. 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 [24], 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 guiou a metodologia aqui proposta.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

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 [30], 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.

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 [6]. 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 [19], os quais interagem com as experiências individuais coordenadas pela cultura em que o sujeito se insere.

Dutcosky [12] 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.

O elemento que define e diferencia cada um dos sentidos 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. Alem disso, o individuo 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 [35].

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 [1]. 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 [37]. Para Knobbe [22] o tato é uma via sensorial por onde trafegam informações e percepções capazes de amplificar os outros sentidos e facilitar processos cognitivos. Entre outras coisas, o tato ensina a diferença entre o interno e o externo, entre o "eu" e o "outro".

De acordo com Lindstrom [26] existem cerca de 50 receptores por cada 100mm² de pele, cada um contendo 640 mil microrreceptores dedicados aos sentidos relacionados ao tato. 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.

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 [8], [35] [17].

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 [36], [35], [17]. 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 estimulo é apresentado [19].

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 [35] [17] [2]. A percepção é o "valor agregado" que o cérebro organizado confere aos dados sensoriais brutos, afirma Durie [11]. Desta forma, a capacidade perceptiva do sujeito está sempre sendo ampliada através de suas sensações.

Em artigo publicado na quinta Conferência de Design e Emoção, Karana e Kesteren [21] 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.

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 [32]. Os períodos históricos, as grandes fases do desenvolvimento da cultura, estão sempre associados a um tipo de material ou objeto, escreve Coelho [4].

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

[2], 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 [27], assim como Maillet, Guenand e Lenay [28] sintetizam as funções do objeto em três: prática, estética e simbólica, tendo, esta última, recebido bastante ênfase nos estudos com os consumidores. Segundo Kurtgözü [25], atualmente os objetos não são mais tidos como meros instrumentos, mas considerados como fim em si mesmos.

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 Niemeyer [34].

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 [9], 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 [7] 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 projetação.

Forlizzi, Disalvo e Hanington [14] 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.

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 [20], 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.

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 origem – 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.

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.

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, que serviu como base para o estudo desenvolvido.

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 [40] e por se adequar à análise tátil e ao tempo disponível para esta pesquisa.

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 [12], [31].

O recrutamento, feito através de questionários ou entrevistas, é o primeiro contato com os julgadores. 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.

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 [12], [40]. O treinamento é indispensável por garantir que todas as avaliações sejam feitas utilizando a mesma escala, estabelecida de forma consensual pela equipe.

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.

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.

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, buscou-se diminuir o fator simbólico da superfície e dar ênfase à percepção tátil por ela mesma.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

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

Dentro do escopo desta pesquisa, foram empregados padrões tridimensionais que se relacionam com o tato. 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.

O que se pretende correlacionar aqui são as etapas que compõem a passagem do material ao intangível, ao afetivo percebido pelas pessoas. Os sentidos interferem-se mutuamente fazendo com que a percepção ocorra 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.

3.1 Seleção de Texturas

Durante o processo de criação do Banco de Texturas do LdSM 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 1) para que, através delas, se investigassem as possíveis diferenças perceptivas, considerando tanto seus relevos quanto os materiais de que seriam feitas. Estes cinco arquivos foram selecionados dentre tantos, tendo como parâmetro uma clara diferenciação entre as peças quanto às características principais destas texturas.

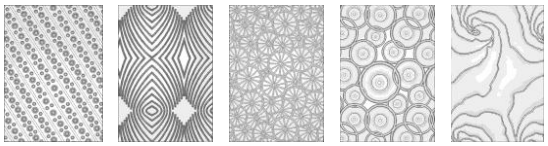


Figura 1: Texturas selecionadas: Bolacha, Concha, Laranja, Pingos e Rosa.

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.

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 um maior enfoque na 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 Confecção dos corpos-de-prova

3.2.1 Corpo-de-prova em metal

Para a confecção das peças em metal foi necessário gerar, a partir do arquivo original do Banco de Texturas, outro com as informações de tamanho e de usinagem adequadas 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. 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.

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.

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. Para tanto 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, visto o alto detalhamento proporcionado pelo silicone. A resina utilizada nestes corpos-de-prova foi a RenCast 452, um sistema de poliuretano da marca Huntsman.

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 bastou 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. O silicone utilizado para este corpo-de-prova foi o BX-3-8001, já previamente empregado nos moldes das peças em resina.

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. 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. Com essa massa foram feitas placas que fixas por grampos permitiram a usinagem das texturas. A argila empregada foi selecionada em função de sua baixa contração quando queimada (aproximadamente de 5%) e pela boa resposta à usinagem.

3.3 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 desejava medir.

3.3.1 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 [16], [39]. Segundo González [16], a resolução dos rugosímetros é geralmente 0.1 µm ou 0.01 µm.

Dentro do contexto delimitado para esta pesquisa, a rugosidade deve ser compreendida, entretanto, 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 aqui chamada de textura, não envolve neste caso considerações microscópicas do material, mas sim aqueles aspectos perceptíveis pelos sensores táteis disponíveis em grande quantidade nas mãos.

Para realizar a medição da rugosidade e posterior comparação dos vinte e cinco corpos-de-prova (cinco texturas confeccionadas em cinco materiais), utilizou-se o Scanner Tridimensional a Laser do LdSM e o programa desenvolvido por Silva [39], sendo estes programados para obter dez linhas longitudinais previamente definidas e padronizadas.

Utilizando as dez linhas obtidas por corpo-de-prova foi então calculada e atribuída uma rugosidade média a cada uma dessas peças, sendo possível por fim gerar uma tabela comparativa de rugosidades (Tabela 1). Pela análise dos dados alcançados, 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.

Tabela 1: Medidas médias das linhas de rugosidade 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

3.3.2 Condutividade Térmica

Condutividade térmica é uma propriedade física dos materiais que é descrita como a habilidade dos mesmos de conduzir calor [3]. Quando há um gradiente de temperatura na natureza, o calor flui do objeto quente para o objeto frio. Um material será percebido como "frio" ao toque se ele conduzir rapidamente o calor recebido pelo dedo.

Para verificar a distribuição de temperatura nos corpos-de-prova delimitou-se trabalhar com a técnica de termografia. De acordo com Muller [33], 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 é um equipamento semelhante a uma câmera fotográfica que 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.

O experimento foi conduzido em uma sala climatizada do LACER, cujo termômetro indicava a temperatura da sala em 21ºC. Inicialmente foi feita uma medição da mão da pesquisadora, para verificar sua temperatura. Na sequência, os corpos-de-prova com a mesma textura, porém feitos em diferentes materiais, foram dispostos sobre a mesa e analisados individualmente. Determinou-se realizar o experimento com uma mesma textura (Pingos) para que a diferença de profundidade existente entre as texturas produzidas não interferisse na taxa de transferência de calor, conforme apontado por Goedert, Cândido e Kindlein Júnior [15].

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 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 e uma análise das termografias permitiu indicar um ordenamento entre estes de acordo com a temperatura máxima reminiscente nas peças após o mesmo período de contato (Tabela 2). Observou-se, 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 apresentou 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 2 - 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

3.3.3 Dureza

A dureza do material é sua capacidade de resistir a uma deformação plástica localizada [3]. Os parâmetros de dureza podem ser calculados a partir da medição realizada com equipamentos chamados de Durômetros. Existem diferentes medidas de dureza, adequadas aos diferentes tipos de materiais. Desta forma foram realizados ensaios com durômetros específicos para cada material que se desejava analisar.

Para correlacionar estes resultados obtidos, seria útil contar com uma tabela de conversão de durezas. Entretanto, segundo Callister Jr. [3], as medições de dureza produzem valores relativos e não absolutos, de forma que é necessário cautela ao comparar resultados alcançados 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 na literatura disponível uma tabela que abrangesse todos os tipos de durezas trabalhados.

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.

Combinando os valores obtidos através dos ensaios realizados com os Durômetros e com a escala de Mohs, foi possível gerar uma tabela (Tabela 3) que relaciona e ordena os materiais do corpos-de-prova do menos duro (à esquerda) ao mais duro (à direita).

Tabela 3 - 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	-

Não foi atribuído nenhum valor à medição com durômetro do material cerâmico porque os resultados alcançados não foram considerados representativos da amostra.

3.4 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.

3.4.1 Recrutamento e seleção de julgadores

Inicialmente foi feito um recrutamento dos julgadores que passariam pelo treinamento. Para isso 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.

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 problema apresentado.

Segundo Silva [40], o mínimo de julgadores necessários para realizar um treinamento estatisticamente válido, é oito. Desta forma, foi dado início aos encontros, uma vez por semana, com duração de aproximadamente uma hora cada um, contando com a presença de 16 indivíduos.

Foram feitos testes com os julgadores para avaliar a capacidade discriminativa destes às variações sensoriais entre amostras semelhantes, pois essa habilidade é fundamental para as etapas posteriores do treinamento. Neste tipo de 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.

Ainda 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. Para fins de treinamento e de conformidade entre os julgadores, buscou-se desenvolver uma discussão sobre os significados desses termos.

Logo na sequência, foram levantados quais os materiais que poderiam ser utilizados como referência de extremos para a condutividade térmica, rugosidade e dureza. A partir destes dados foi possível gerar a Ficha de Avaliação Descritiva das Amostras, a qual seria utilizada pela equipe ao longo do treinamento posterior. 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 [12] e Silva [40]. 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.

Passando esta etapa começou-se com o treinamento. O objetivo do treinamento é permitir que os julgadores utilizem a escala de intensidades de forma harmônica com relação a toda a equipe. Ele permite avaliar igualmente, se algum julgador não está bem inserido no grupo, ou se apresenta alguma dificuldade ainda não evidenciada nos testes anteriores.

Durante o treinamento cada julgador ao chegar à sala 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, semelhantes mas não idênticas aos corpos-de-prova, apresentadas de forma aleatória, avaliando os três exemplares disponíveis dentro da cabine com o uso da Ficha de Avaliação Descritiva. Assim que todos os julgadores houvessem terminado suas avaliações, as quais eram feitas de forma individual, acontecia uma reunião para discutir os resultados obtidos.

Segundo Silva [40], 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. Para verificar estes dados, ao término dos três primeiros testes foi feita uma Análise Estatística, que identificou quais julgadores estariam aptos a permanecer na equipe.

Depois de concluído o treinamento e tendo selecionado os julgadores habilitados, foi realizado o Teste Sensorial de avaliação dos corpos-de-prova produzidos ao longo desta pesquisa. Para este teste final os procedimentos são semelhantes àqueles empregados durante o treinamento: todos os julgadores experimentam individualmente todas as amostras em, pelo menos, três repetições utilizando a Ficha de Avaliação Descritiva, a qual sofrera algumas alterações durante o treinamento.

Inicialmente foi feita uma média dos resultados obtidos com as três medições de cada amostra, em cada julgador. A partir destas médias foram feitos cálculos de Análise de Variância Univariada (ANOVA), de cujos resultados são possíveis dois tipos de inferência: se houve consenso entre os julgadores e se a equipe considerou as amostras distintas entre si.

3.5 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.

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, 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 4), variando do valor 1 (muito desagradável) ao 5 (muito agradável).

Tabela 4 - 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

3.6 Análise e Discussão de Resultados

Para facilitar a discussão dos resultados das análises, foi gerada a Tabela 5. Esta tabela correlaciona os dados das medições feitas pelos equipamentos, com suas unidades específicas, com aqueles obtidos pela equipe de julgadores, medidos em uma escala de zero a nove.

Tabela 5 - Correlação entre resultados obtidos por medição com equipamentos e equipe de julgadores.

Condutividade Térmica	**Equipamento**	**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**	**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

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.

Por fim, a avaliação afetiva das amostras revelou preferências, que devem ser reavaliadas para cada novo público que se deseja atingir.

4. SUGESTÃO DE METODOLOGIA

A metodologia aqui proposta, 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:

i. **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.

ii. **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.

iii. **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.

iv. **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.

v. **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.

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.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este 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, reprodutível. 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.

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 proposta. 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 auxilio à atividade de projeto, a qual deve ser ampliada e melhorada ao longo de sua aplicação prática.

REFERÊNCIAS

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

[2]. ASHBY, M.; JOHNSON, K. Materials and Design: the Art and Science of Material Selection in *Product Design*. Elsevier: Oxford, 2002.

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

[4]. COELHO, L.A. Objeto com afeto. In: LIMA, G. C. (Org.). *Textos Selecionados de Design 1*. Rio de Janeiro: PPDESDI UERJ, 2006.

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

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

[7]. 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.

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

[9]. 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. *Proceedings of the fifth European academy of design conference*, Barcelona, Spain, 2003. In press.

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

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

[12]. DUTCOSKY, Silvia Deboni. *Análise Sensorial de Alimentos*. Editora Champagnat, 2007.

[13]. ESCOREL, Ana Luísa. *O efeito multiplicador do design*. São Paulo: SENAC, 1999.

[14]. 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.

[15]. GOEDERT, G. C., L.H., KINDLEIN JÚNIOR, W. Estudo da transferência de calor em placas metálicas texturizadas. *Anais do 7º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*, Curitiba, 2006.

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

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

[18]. IZQUIERDO, I. *Memória*. Porto Alegre: ArtMed, 2002.

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

[20]. 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.

[21]. 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.

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

[23]. 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.

[24]. KUNZLER, L. S. Q. *Estudo das variáveis de rugosidade, dureza e condutividade térmica aplicado à percepção tátil*. 2003.

[25]. 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.

[26]. LINDSTROM, Martin. *Brand sense: a marca multissensorial*. Porto Alegre: Bookman, 2007.

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

[28]. 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. Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2006.

[29]. MANU, Alexander. Tendências Futuras: A forma acompanha o estado de espírito. *Anais Fórum Internacional Design e Diversidade Cultural*. Florianópolis: SENAI/LBDI, 1995.

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

[31]. MINIM, V. P. R. *Análise Sensorial: estudos com consumidores*. Editora UFV, 2006.

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

[33]. MULLER, F. G.. *Estudo de transferência de calor em equipamento de medição de condutividade térmica baseado na norma ASTM E1225*. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

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

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

[36]. SCHIFFMAN, H. R. *Sensação e percepção*. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

[37]. SCHMIDT, R. F. *Fisiologia sensorial*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1980.

[38]. SIEGEL, Daniel J. *A mente em desenvolvimento: para uma neurobiologia de experiência interpessoal*. Trad. Aurora Narciso Rosa. Lisboa: Instituto Piaget, 2004.

[39]. SILVA, F. P. *O uso da digitalização tridimensional a laser no desenvolvimento e caracterização de texturas aplicadas ao design de produtos*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - PPGEM, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, BR-RS, 2006.

[40]. SILVA, M. A. A. P. *Desenvolvimento de perfil sensorial por análise descritiva quantitativa*. Apostila de curso de extensão. Campinas: Unicamp, 2004.

[41]. SURI, J. F. The experience of evolution: developments in design practice. *The Design Journal*, v. 6, Issue 2, p. 39-48, 2003.

[42]. TRUJILLO, V. *Pesquisa de mercado qualitativa e quantitativa*. São Paulo: Scortecci, 2003.