

ASPECTOS ERGONÔMICOS RELACIONADOS AOS MATERIAIS

ASPECTS RELATED TO THE MATERIALS

Regina Álvares Dias¹, Leila Amaral Gontijo²

(1) Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento, UEMG

e-mail: regina.alvares@gmail.com

(2) Doutora em Ergonomia, UFSC

e-mail: leila@deps.ufsc.br

Palavras-chave: design, ergonomia, materiais

Este artigo tem o propósito de discutir a relação entre os materiais e ergodesign a partir de diversos atributos intangíveis que compõem o perfil dos materiais. O estudo é parte do método Permatius desenvolvido como pesquisa de doutorado. Exemplos do estudo experimental serão mostrados para demonstrar as possibilidades de aplicação do método juntamente com outras ferramentas do design e da ergonomia.

Key-words: design, ergonomics, materials

This paper aims to discuss the relationship between materials and ergodesign from the many intangible attributes that make up the profile of materials. The study is part of the Permatius method developed as doctoral research. Examples of experimental study are shown to demonstrate the possibilities of applying the method along with other tools of design and ergonomics.

1. Introdução

São várias as informações necessárias para o projeto ergonômico dos produtos, que estão relacionadas aos aspectos físicos, cognitivos e organizacionais do sistema homem-máquina-ambiente, tradicionalmente dominados pela ergonomia, de acordo com Iida (2005).

Nos últimos anos, porém, questões culturais e emocionais têm sido alvo de estudos por designers, ergonomistas, antropólogos e outros profissionais. A ergonomia cultural ocupa-se em compreender como o homem é afetado por questões ligadas ao seu meio sociocultural e quais são os impactos sobre o desempenho humano, a utilização adequada dos produtos e a comunicação entre diferentes culturas. A ergonomia emocional torna os produtos e serviços mais significativos. À medida que se compreendem as relações emocionais dos usuários com seus produtos e serviços, torna-se mais fácil desenvolver soluções de design mais envolventes, duradouras, que sejam esteticamente agradáveis e divertidas de usar.

Do ponto de vista do design, o produto é composto a partir de vários elementos - forma, escala, volume, cor, material, textura, brilho, som, cheiro e outros - que, de maneira indivisíveis, conformam o

artefato final. Um dos elementos mais importantes é o material, que “permite a interface imediata entre os artefatos e o homem” (MANZINI, 1993).

Os materiais desempenham papel essencial no processo de concepção do produto: eles podem definir seu leque de funções, a durabilidade, os custos e sua aparência final. Da mesma forma, a experiência dos usuários tem papel preponderante nesse processo, uma vez que, ao interagirem com o produto, estabelecem relações sensoriais (táteis, visuais, auditivas, olfativas ou gustativas) que podem ser determinantes em sua concepção.

A seleção do material é complexa e não se baseia apenas em exigências funcionais, na tecnologia de fabricação, sustentabilidade, economia, mas, igualmente, em seus valores estéticos, nas propriedades sensoriais, nos aspectos ergonômicos, em seus significados culturais e simbólicos.

Compreender como as pessoas respondem às propriedades sensoriais dos materiais, bem como saber quais são as reações afetivas e emocionais diante destes, ajuda os designers e os engenheiros a selecioná-los, levando-se em conta a capacidade de proporcionar uma experiência-usuário positiva e, em consequência, aumentar o valor percebido do produto.

2. O Método Permatius

O material presente nos artefatos utilizados pelo homem, portanto, é o tema central desse estudo – o qual originou a elaboração do método Permatius (Percepção dos Materiais pelos Usuários) – e é parte de uma pesquisa de doutorado que teve como objetivo estudar como os usuários percebem significados dos materiais presentes nos produtos de seu cotidiano (DIAS, 2009).

2.1 As etapas

O método é composto por seis etapas (figura 1), sendo que as quatro primeiras tratam das questões relacionadas ao produto a ser estudado e funciona como a preparação das informações necessárias para as etapas subsequentes da avaliação e especificação. É importante que seja realizada na fase inicial da seleção dos materiais e o produto avaliado deve estar inserido em seu contexto de uso.

A primeira etapa, **definir os elementos** do produto, permite conhecer o produto detalhadamente, relacionando os elementos que o compõem, as características mais importantes, bem como as funções principais, estéticas e ergonômicas. Funciona como uma espécie de decomposição do produto em elementos perceptíveis ao usuário. A figura 2 mostra parte do estudo com painéis de cozimento, destacando aqui o elemento “alças laterais”.

A segunda etapa, **ciclo de interações**, tem por objetivo conhecer e analisar o processo da interação entre o produto e o usuário durante todo o ciclo de uso. Parte-se do princípio que cada produto possui um ciclo de vida próprio, mas também se estabelece um ciclo de interações com seus usuários. Esse último se inicia ao primeiro contato com o produto, ainda antes de comprá-lo, seguido da experimentação, transporte, desembalagem, uso, repouso e descarte. O mais importante para essa etapa é a implicação do ciclo de interações na avaliação afetiva dos usuários, na medida em que as emoções se alteram ao longo do uso (Jordan, 2002; Meyer e Damazio, 2005).

Na terceira etapa, a **análise do processo sensorial** tem o propósito de verificar as sensações que acontecem durante cada etapa do ciclo de interações produto-usuário, enfatizando todas as implicações dessas interações em relação aos

materiais presentes no produto. Essa etapa foi adaptada do Método SEQUAM (Bonapace, 2002) e trabalha com as cinco sensações usualmente aplicadas: visuais, táteis, auditivas, olfativas e gustativas, acrescidas das sensações hápticas, térmicas e funcionais.

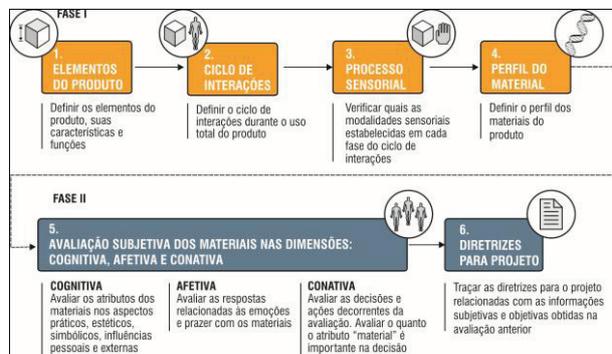


Figura 1 - Arquitetura resumida do Método Permatius



Figura 2 - Elementos do produto

A figura 3 ilustra o ciclo de interações das panelas de cozimento, detalhando a atividade “usar” propriamente o produto.



Figura 3 - Sensações identificadas durante o ciclo de interações, dando ênfase na fase de uso

3. Materiais e ergonomia

A atividade do desenvolvimento de produtos envolve uma série de profissionais de áreas distintas, entre os quais engenheiros, designers, ergonomistas e profissionais de mercado. Cada área é responsável por determinados domínios, mas aquelas com maior proximidade com os usuários são o design e a ergonomia. De acordo com Yap et al (1997), o ergodesign é a área que faz a ponte entre ambas, justamente para tornar mais eficiente a interação entre as duas disciplinas.

De outro lado, a área dos materiais também funciona de forma similar. Ela agrupa saberes da química, ciências dos materiais, biologia, física, engenharia e design. Assim, se faz necessária a interdisciplinaridade quando se busca selecionar materiais de maneira a atender às necessidades de todas as partes interessadas: cliente, fabricante, fornecedor, designer e usuário do produto final.

Dentre os 58 atributos (figura 4), foram escolhidos para esta discussão aqueles que fazem referência aos aspectos ergonômicos do produto listados na figura 5. Os atributos subjetivos dos materiais que mais estabelecem relações com a ergonomia são os atributos estéticos e os práticos.



Figura 5 - Atributos do material considerando os aspectos ergonômicos

A seguir, cada um dos atributos será discutido, ressaltando os aspectos concernentes ao contexto da ergonomia, vista aqui como uma disciplina abrangente em seus múltiplos conceitos.

3.1 Forma

As diversas formas dos objetos evocam diferentes significados e respostas do usuário. Os estudos de Medeiros (2007) demonstram que as

formas são potenciais fatores que influenciam a relação emocional dos usuários com os produtos.

O antropomorfismo é uma tendência de considerar "atraentes formas de aparência humanóides ou que demonstram características humanas" (LIDWELL et al, 2010). As formas arredondadas e com proporções corporais estabelecem, mais facilmente, conexões emocionais, sendo consideradas mais atraentes, naturais, sensuais e de maior vitalidade.

3.2 Cor

A cor pode criar uma disposição de ânimo geral e provocar uma resposta emocional no usuário. Além de integrar certas cores, a mente também associa cores e combinações de cores com certos estados emocionais, sentimentos e valores.

A utilização da cor em sistemas homem-máquina-ambiente pode: favorecer a diferenciação formal; destacar a organização estrutural de seus elementos; distinguir áreas uma das outras, especialmente quando se quer chamar atenção de alguma parte; codificar elementos com cores diferentes; esconder ou camuflar áreas a partir da redução do contraste.

A cor tem também uma ação fisiológica, uma vez que ela tem a capacidade de reflexão e absorção de superfícies coloridas, como, por exemplo, o branco para refletir o calor em pinturas de telhados, o preto para captação de energia solar. As cores quentes tendem a aumentar a temperatura corporal, assim como as frias tendem a reduzi-la, fator que pode interferir na percepção dos materiais, especialmente em contato com o corpo.

3.3 Transparência

A transparência tem implicações na percepção da limpeza, da amplitude do espaço e a possibilidade de visualizar através do material. Manzini (1993) destaca que os materiais transparentes são higiênicos pela sua característica lisa, da limpabilidade e de permitir a entrada saudável da luz solar para dentro dos ambientes.

3.4 Brilho

O brilho tem implicações na percepção visual dos objetos e no acabamento. Quando as peças não são

de boa qualidade, o brilho evidencia as falhas e defeitos. As superfícies acetinadas, por sua vez, têm maior afinidade sensorial com o tato, porque suas características são consideradas mais agradáveis ao manuseio.

3.5 Tato

Materiais como os tecidos, estofados, toalhas, cortinas atraem naturalmente os dedos e as mãos. A curiosidade tátil para o contato é quase incontável nos indivíduos, sem esquecer que o tato não se restringe às mãos, mas a todo o entorno do nosso corpo. Os materiais naturais são os mais atraídos, embora materiais mais recentes, especialmente entre os tecidos, têm apresentado superfícies e texturas desconhecidas – que não identificamos como naturais – mas que costumam ser muito agradáveis ao tato e ao vestir.

Leroi-Gourhan (1990) explica que o toque corpóreo tem a ver com o bem-estar e com a nossa presença no espaço, não existindo uma estética puramente tátil, exceto no campo manual. Essa estética se mantém bastante próxima do nível fisiológico e gira em torno de uma sensação de carícia, que tem relação com os materiais polidos, peles, materiais flexíveis e elásticos.

A sensualidade tátil de produtos é igualmente importante à sua personalidade e, combinado ao sistema de valor visual, dotam os produtos da uma atração emocional com o consumidor ou usuário.

3.6 Textura

A textura corresponde ao aspecto sensorial das coisas, a qualidade mais tangível dos objetos, mais imediata do que a cor ou a forma, segundo Ninio (1991). A texturização pode ser percebida via visão e/ou tato – pelo sentido visual se percebe a geometria, o brilho (refletância), contrastes dos padrões que podem ser bi ou tridimensional. Pelo sentido tátil se percebem as características físicas superficiais do material, como um relevo tridimensional; pela percepção visual, atributos gráficos como paralelismo, simetria, repetição, continuidade e outros elementos comuns a esse sentido.

Além disso, a textura pode ser influenciada pelo som, aroma, gosto, tornando ainda mais complicada a sua identificação. Sua percepção pelo toque depende de muitas variáveis tais como:

posição de contato com o corpo, toque passivo ou ativo, características de pele, velocidade de toque, pressão e vibração.

3.7 Som

O som emitido pelos materiais pode nos fornecer informações sobre a sua natureza do material, se é cristal ou vidro, se é madeira maciça ou um recobrimento de madeira sobre um conteúdo oco. Para os especialistas, é possível identificar o tipo de plástico de um produto a partir do seu som.

Norman (2006) refere-se ao uso do som para obter visibilidade – “o som pode nos dizer se as coisas estão funcionando adequadamente ou se precisam de manutenção ou reparo”. Assim, o som nos informa a respeito de coisas que não podemos ver, quando nossos olhos estão ocupados com outras ações. Os sons naturais refletem a complexa interação dos objetos: a maneira como uma peça se move contra outra; o material de que as peças são feitas e de suas propriedades – oco ou sólido, madeira ou metal, macio ou duro, áspero ou liso.

3.8 Cheiro

Os materiais naturais de origem animal e vegetal possuem cheiros próprios, inerente a cada material, como por exemplo, o cheiro das madeiras, do bambu, das fibras, do couro e da borracha. Os metais não possuem cheiro uma vez que não voláteis. E outros materiais de origem mineral, como as pedras, mármore, cerâmica, vidro também são inodoros.

O odor desagradável dos materiais artificiais foi, por muitas décadas, um dos motivos de sua rejeição na fabricação dos produtos com determinados materiais. Contudo, como comenta Manzini (1993) é possível conferir propriedades sensoriais aos plásticos e elastômeros por meio da adição de aromas na massa base do polímero. Essa solução pode ser utilizada tanto para neutralizar odores desagradáveis, como conferir novas qualidades olfativas a determinados objetos.

A presença de compostos orgânicos determina o cheiro de materiais naturais de origem vegetal. É possível identificar algumas espécies de madeiras apenas pelo seu odor característico, por outro lado; a tinta, o verniz ou a laca neutralizam o cheiro da madeira, ou melhor, tornam-na artificial, eliminando sua característica olfativa natural.

É importante lembrar que os odores dos materiais têm relação direta com o ambiente onde será utilizado – a umidade e a temperatura são fatores que influenciam a percepção olfativa. Além disso, se o material for utilizado em contato com o corpo (roupas, calçados, acessórios), o tipo de pele, a temperatura corporal e a transpiração são outros fatores a se considerar.

3.9 Sabor

O sabor ou gosto dos materiais têm relação, especialmente se utilizados em contato com os alimentos. As embalagens confeccionadas de plásticos e de metais podem interferir no gosto dos alimentos. Entretanto, as indústrias são capazes de desenvolver formulações de polímeros totalmente inodoros e atóxicos para evitar tais problemas desagradáveis de odor dos materiais.

3.10 Temperatura

O sentido térmico é inseparavelmente ligado à experiência dos nossos corpos, como destaca Zaccai (1999). Todo material tem uma temperatura intrínseca que pode variar com as condições ambientais. Os materiais mais quentes são mais agradáveis e tornam os produtos e espaços mais aconchegantes. No entanto, tanto o calor intenso, quanto o frio são condições percebidas negativamente. A área da superfície de contato influencia particularmente a sensação de “quente-frio”, o chamado “toque térmico”. A seleção de materiais pode basear-se na capacidade isolante do material ou nas suas propriedades como condutor de calor, não somente para satisfazer aos requisitos técnicos ou de segurança, mas também para proporcionar a estimulação sensorial.

3.11 Propriedade física e mecânica

Pode-se dizer que muitas das propriedades físicas dos materiais são visíveis, elas se mostram e se comunicam na própria estrutura das coisas e objetos. Assim, podemos ver a rigidez e a fragilidade de vidro quando ele se quebra com um som cristalino. Também vemos a maleabilidade do aço incandescente, a dureza da lâmina de uma plaina e a moleza das aparas.

A forma dos objetos tem certa relação com a natureza das propriedades dos materiais atuantes e podemos perceber por meio de todos os sentidos combinados. Merleau-Ponty (1999) ilustra com

algumas situações concretas "a forma de uma prega em um tecido de linho ou algodão nos faz ver a flexibilidade ou a secura da fibra, a frieza ou calor do tecido".

Manzini (1993) enfatiza que a combinação de material e forma é usada para obter os atributos de um produto específico (leveza, resistência ao calor, elasticidade, transparência e qualidade da superfície) e as respostas específicas. Como, por exemplo, a percepção humana sobre uma peça de bambu curta é que ela seja rígida, enquanto que uma peça longa parece flexível.

3.12 Identidade

Com o crescimento do número de produtos disponíveis no mercado, bem como das aplicações em materiais, aumenta-se a dificuldade de reconhecimento não somente dos objetos, mas também dos materiais que os conformam. Manzini (1993) ressalta que um objeto novo não quer dizer um novo material, contudo, todo material novo perturba o reconhecimento do objeto.

O aparecimento do plástico, explica Dormer (1995), alterou também a nossa compreensão da maneira como as coisas são produzidas. A maioria das pessoas tem uma ideia, ou algum conhecimento, de como trabalhar ou esculpir a madeira, ou como moldar o barro, mas dificilmente imaginam como processar os materiais artificiais como o plástico ou a borracha.

Assim, os objetos mais recentes aparecem revestidos de uma “aparência” que nos permite no máximo dizer com “o que se parece”, mas realmente é difícil afirmar de que são feitos. Diante dessa nova situação, o usuário ao interagir com um material qualquer terá que experimentar a relação entre sua utilização e seu desempenho. No entanto, o usuário não será capaz, *a priori*, de prever outras mais propriedades além das detectadas e nem mesmo de atribuir a elas um significado cultural.

3.13 Usabilidade

Puxar, empurrar, empunhar objetos são atividades que muitas vezes requer um contato adequado e firme entre a mão do usuário e o objeto apreendido. Se um objeto requer, em sua operação, que o usuário empunhe força, movimento das mãos e ao mesmo tempo precisão, isso requer uma série

de requisitos importantes para o seu projeto. O material a ser selecionado deve atender a uma série de atributos que atenda às necessidades específicas, como ser macio (conforto), ser aderente (seguro), ser fino e resistente (permitir um tato fino) e daí por diante. Todos estes atributos atendidos irão proporcionar ao usuário uma percepção de bem-estar, de satisfação de uso, sobretudo se essa operação for de longa duração, realizada de forma frequente ou contínua.

A utilização de objetos com alças, encaixes, puxadores e cabos são exemplos de como os materiais podem influenciar os aspectos de uso e manuseio. A eficiência na operação manual de controles do tipo alavancas, botões, teclas, volantes, e de outros dispositivos não manuais, como os pedais, tem relação direta com os materiais e sua superfície, seja no uso de uma furadeira elétrica ou na cabine de avião.

A textura visual e tátil aplicada aos materiais poliméricos (plásticos e elastômeros) pode proporcionar os seguintes efeitos práticos: o primeiro é a textura conhecida por “macia de olhar” que dá uma aparência visual suave e aveludada ao material e também agradável ao toque. A segunda é utilizada para objetos onde o movimento de aperto é solicitado (chave, caneta, escova de dente, cabo de ferramentas e controles), onde a textura de caráter tátil é macia e antiderrapante.

Os problemas da usabilidade são aqueles que refletem a dificuldade do usuário quanto à utilização adequada do objeto. Portanto, a usabilidade tem uma relação estreita com a percepção do prazer e das emoções positivas, segundo Jordan (1998).

3.14 Antropometria

Produtos para atender a públicos específicos, como atletas, crianças, idosos, deficientes físicos, devem receber atenção especial dos designers em razão de demandas pontuais de ergonomia e das características biométricas e biomecânicas específicas para cada grupo. Os materiais possuem um papel importante nesses casos: os objetos pesados, geralmente uma fonte de força física quando levantados ou movidos, podem ser feitos mais leves com o uso de ligas metálicas, polímeros e estruturas mistas com interior de espuma. Elastômeros podem fornecer elasticidade onde for

necessário, gel de polímero e espumas permitem superfícies suaves ao toque, e tecidos ou não-tecidos são conformados à forma do corpo. Formas moldadas se encaixam na mão e possuem cantos suaves e arredondados, que não prendam nas roupas e reduzem os riscos de acidentes.

Diferenças no tamanho podem ser acomodadas com o uso de materiais que permitam ajustes, como o velcro, adesivos desmontáveis e elastômeros.

3.15 Affordance

Os objetos projetados adequadamente são fáceis de interpretar e compreender. Eles contêm indicações visíveis de sua operação, enquanto objetos mal projetados podem ser difíceis e frustrantes de usar, conforme expresso por Norman (2006). Um conceito similar a essa idéia de Norman é o que chamamos de *affordance*. Esse termo foi criado primeiramente por Gibson (1979) e refere-se às propriedades percebidas e reais de um objeto, principalmente aquelas que transmitem mensagens a respeito de seus possíveis usos, ações e funções. Ou seja, elas fornecem fortes indicações para a operação dos objetos.

Norman (2006, p. 33) relata um exemplo de *affordance* relacionada a materiais: o designer inglês W. H. Wayal (1923-1998) observou que o tipo de material empregado na construção dos abrigos para passageiros da British Rail afetava a maneira como os vândalos reagiam e sugeriu que poderia haver uma "psicologia dos materiais". Em uma situação, o vidro reforçado usado para revestir os abrigos era espatifado com a mesma rapidez com que era trocado. Quando o vidro foi substituído por painéis de madeira, os vândalos passaram a escrever e entalhar sobre o material.

De maneira similar, uma cadeira "serve" como suporte, portanto permite sentar-se, como também pode ser carregada. O vidro serve para ver através dele, ser transparente e para quebrar. Madeira é usada para obter solidez, opacidade, suporte ou para entalhar. Superfícies planas, porosas e lisas são para escrever sobre elas. Desse modo, madeira também serve para escrever nela. No caso relatado, quando os abrigos eram de vidro, o vandalismo se dava pela quebra; quando foram substituídos pela madeira, o vandalismo se deu pela pichação e entalhes no material.

3.16 Contexto de uso

O contexto de uso tem relação com a interação produto/material quanto aos aspectos ambientais, espaciais, de propriedade, privacidade e frequência de uso.

Os produtos podem ser de uso doméstico, mas também de uso profissional; podem ser de propriedade ou não do usuário (particular ou público); podem ser utilizados por uma única pessoa, mas também compartilhado com outros; e o ambiente pode ser interno ou externo.

Um produto pode ser utilizado diariamente, ocasionalmente ou raramente. Essa questão tem relação com os materiais selecionados, pois interfere na durabilidade, envelhecimento e descarte destes.

3.17 Conforto

O conforto pode ser entendido como uma condição de bem-estar, comodidade e segurança percebida pelo usuário nos níveis físico e sensorial. Estudos recentes em ergonomia demonstram que a percepção do conforto reflete uma dimensão subjetiva enquanto que a percepção do desconforto decorre de fatores biomecânicos e fisiológicos.

Maldonado (1991) observa que é na esfera individual do uso de um artefato e no microambiente de nossas casas onde imprimimos nossas percepções a respeito dos produtos de uso cotidiano. O conforto tem a ver com aconchego, proteção e bem-estar, segundo Schmid (2005). Contudo, o conforto não é exclusivo da esfera doméstica, ele deve estar presente no ambiente de trabalho e nos espaços públicos.

Com relação aos objetos, muitos dos estudos do conforto estão centrados no mobiliário e em especial nos assentos. Uma série de efeitos prejudiciais à saúde, como deformações da coluna, problemas circulatórios e lesões nos membros superiores, como as tendinites, são decorrentes de uma série de fatores, dentre eles a má postura em razão da inadequada especificação dos materiais. Os estofados e os tecidos de revestimentos tornaram-se mais permeáveis ao ar, permitindo maior poder de transpiração e maior isolamento à passagem do calor excessivo.

A percepção do conforto das cadeiras tem também relação com a segurança e com outros atributos, tal como relata Schmid (2005): a interação estática em que o usuário se apoia em uma superfície sem que ocorra deslizamento requer atrito do material e de uma forma anatômica do assento. Um exemplo de uso adequado seria o assento de couro de um automóvel, que além de ser agradável ao toque, exala o aroma intrínseco do material. Um exemplo inadequado seria o uso de assentos de fibra de vidro em veículos de transporte público – ônibus e metrô – que, além de duros, sua superfície não permite um contato seguro do usuário, já que ele desliza a cada curva ou freada do veículo.

Manzini (1993) comenta que nos anos 60 e 70 aconteceu uma inovação radical nos objetos domésticos “suaves”, destacando-se as capacidades de formabilidade e ajustabilidade de certos materiais como protagonistas deste movimento. Os estofados passaram a ter não somente formas diferentes, mas também a comunicar novas formas de sentar e a uma nova concepção de casa, como nos móveis de geometria suaves, orgânicas e antropomórficas.

Os fatores que mais influenciam o conforto do vestuário são as costuras, os cortes, a modelagem da vestimenta e o próprio tecido. De acordo com Broega e Silva (2008), a sensação de conforto é o resultado das tensões geradas pelo tecido e da maneira como estas são transmitidas à pele do usuário em condições normais de uso, uma vez que o vestuário está sujeito a muitas deformações (tração, flexão, compressão, corte, etc.).

As características de superfície e da estrutura dos tecidos são também importantes para a determinação do conforto. Geralmente, o desconforto está associado a uma sensação de “pegajoso” e “irritante” no contato do tecido com a pele quando há presença de suor.

3.18 Segurança e proteção

Os materiais têm relação direta com a percepção de riscos em muitos objetos: o fato de um automóvel ser construído por colunas, longarinas e carroceria de aço fornece ao usuário a percepção de estar se movendo em um objeto seguro, protegido e robusto.

A textura antiaderente de um piso cerâmico em um plano ou declive é percebido como mais seguro que um piso liso e, da mesma maneira, um calçado

com solado de couro liso tem menor aderência que um solado de borracha antiaderente e texturizado.

Outro aspecto relativo à segurança dos materiais diz respeito à sua queima. Os materiais possuem características do tipo: ser combustível, ser inflamável, ser resistente à chama e possuir retardante à chama.

3.19 Limpeza e higiene

Cada material tem características próprias de limpabilidade, ou seja, a capacidade de eliminar a sujeira da superfície, e está estreitamente relacionada com a estrutura superficial (rugosidade e porosidade). Os pisos cerâmicos, por exemplo, quando são rústicos com uma superfície marcada com altos e baixos relevos estão mais expostos ao acúmulo de sujeira e são mais difíceis de limpar que uma superfície lisa ou polida. Schmid (2005) observa que o brilho pode ser um reforço à sensação de amplitude e limpeza dos ambientes, como é o caso das paredes que, quanto mais impermeáveis, mais suas superfícies são lisas.

Alguns materiais estão associados à higiene e limpeza pelas propriedades - ser impermeável, inodoro, não oxidar com facilidade - como são a cerâmica esmaltada utilizada em objetos sanitários dos banheiros, as cerâmicas de revestimentos para os locais úmidos das edificações, o vidro, o aço inoxidável para áreas em contato com alimentos.

Outros aspectos importantes dos materiais com relação à higiene e limpeza: a resistência a ataques químicos (ácidos, óleos, graxas), a resistência a abrasivos (produtos de limpeza) e a resistência às manchas. Os plásticos são materiais delicados e se diferem dos materiais naturais (pedras, madeira e metais, que podem ser polidos, o que os tornam mais brilhantes). Assim, o plástico não resiste aos abrasivos e polimento; ao invés de limpar ou dar brilho, sua superfície se riscará e sua aparência se torna envelhecida e danificada.

Fisher (2006) realizou um estudo sobre a percepção dos plásticos pelos usuários e verificou que a sensação pegajosa é o principal ponto negativo do material, levando inclusive à aversão do seu uso. O uso dos plásticos em recipientes para alimentos acarreta inconvenientes, como a impregnação da gordura; o manchamento com a coloração de determinados alimentos (como o tomate); a contaminação pelo odor do plástico

sobre o alimento e também o inverso – o plástico retém o cheiro de determinados alimentos.

O local de uso do objeto também interfere nos aspectos de higiene. A umidade, principalmente por vapor de água, pode contribuir para a proliferação de fungos e bactérias. Atualmente, muitas classes de materiais ganham novas propriedades que facilitam sua limpeza, higienização e outras.

3.20 Saúde e salubridade

Os materiais têm relação com a saúde na medida em que podem causar algum tipo de prejuízo durante sua fabricação, manuseio e descarte. A seleção correta dos materiais pelos designers e equipe de projetos pressupõe a utilização de materiais que não sejam tóxicos, seja por inalação, ingestão ou contato cutâneo.

Panelas e utensílios de cozinha nos quais preparamos os alimentos devem ser fabricados com materiais que não comprometam a saúde dos usuários. Devem ser isentos de substâncias tóxicas, tais como: o antimônio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e selênio.

Buscou-se na literatura indícios de manifestações tóxicas ou de hipersensibilidade a materiais. Moriearty e Guimarães (1989) pesquisaram reações adversas ligadas ao manuseio das madeiras brasileiras e detectaram reações nos níveis:

- Nível A – são as reações sistêmicas, especialmente manifestações respiratórias araucária, cedro, canela, itaúba, pau-roxo, jacarandá, angelim, peroba rosa e ipê)
- Nível B – irritação mecânica ou química (bambu, pau-marfim, imbuia, canela, itaúba, pau-roxo, pau-brasil, sucupira, angelim, amarelo)
- Nível C – as dermatites alérgicas (araucária, pinus, cedro, bambu, imbuia, louro, jacarandá, aroeira, ipê, peroba-branca)

Os metais também são responsáveis por alergias de contato, especialmente quando utilizados próximo ao corpo (adornos, jóias, fivelas, botões, detalhes de roupas e calçados) ou intracorporo (*piercings*, implantes, próteses).

Os plásticos são os materiais mais rejeitados em razão do seu odor desagradável, pela toxicidade de alguns tipos de plásticos com os alimentos, e pela

toxicidade durante a inflamabilidade (Fisher, 2006).

Os tecidos sintéticos utilizados na confecção de roupas íntimas, meias, vestimentas em geral, equipamentos de proteção individual para trabalhadores, roupas de cama e banho também são responsáveis por alergias, dermatites de contato e eczemas.

A aplicação de novos materiais para propósitos médicos está em expansão nos diversos campos da medicina e odontologia, como: implante de dispositivos médicos, engenharia de tecidos, órgãos artificiais, próteses, oftalmologia, odontologia, reparo ósseo e outros. Nesses casos, a preocupação deve ser ainda maior e tem merecido um desenvolvimento à parte dos materiais biocompatíveis.

3.21 Confiabilidade

A confiabilidade é um ponto importante para se manter uma espécie de “vínculo” entre o usuário e o produto. O fato de o material ter uma qualidade confiável repercute positivamente na percepção da qualidade global, o que garante ao produto capacidade de desempenho funcional sem falhas ou avarias, sob certas condições e dentro de um período determinado.

4. Estudo experimental com painéis

Um estudo experimental com 50 usuários voluntários foi realizado para avaliar painéis de cozimento de alimentos fabricadas com diferentes materiais, descrito em Dias (2009). Foram selecionados 13 modelos de produtos, com a mesma tipologia (caçarola redonda com duas pegadas laterais e tampa), de dimensões semelhantes (20 a 24 cm de diâmetro) e de fabricação nacional. Este experimento teve o intuito de verificar a eficiência do método Permatius, sua metodologia e instrumental de pesquisa, e de servir como referência para futuras aplicações.

Foram realizados uma série de testes para verificar as seguintes questões relacionadas aos materiais:

1. Interação dos usuários (manuseio dos produtos para explorar os materiais);
2. Identificação dos materiais. Testes para obter as seguintes respostas: os usuários sabem identificar os materiais? Quais os problemas perceptivos da identificação? Como os

usuários expressam seu conhecimento sobre o material?

3. Avaliação semântica das painéis com ênfase nos materiais;
4. Avaliação afetiva (auto-avaliação emocional);
5. Critérios de escolha e compra das painéis;
6. Preferências das painéis avaliadas;
7. Importância dos materiais para os produtos (o material influencia seu julgamento na escolha, compra e uso de um produto?)

Dentre os testes realizados separamos para este artigo alguns resultados referentes à avaliação semântica das painéis. Nesse teste se avaliou: peso, resistência, tempo de preparo, conservação do calor, realce do sabor, eficiência, vedação, aderência, limpabilidade, higiene, saúde, isolamento térmico, segurança, conforto, ruído, beleza, personalidade, inovação e preço.

Os atributos ergonômicos considerados no estudo estão, direta ou indiretamente, introduzidos nos conceitos:

- Limpabilidade, higiene, saúde (que foram avaliados com relação ao material do corpo da panela, onde se dá o contato com o alimento);
- Segurança, isolamento térmico e conforto (foram avaliados com relação às alças e pegador da tampa).

Estes últimos exemplificarão a aplicação do método no estudo experimental realizado.

4.1 Aspectos ergonômicos das alças das painéis

Os atributos relacionados com as alças e o pegador da tampa – isolamento térmico, segurança e conforto – foram aqui analisados conjuntamente. Esses elementos devem permitir o manuseio confortável e seguro, tanto do conjunto da caçarola, quanto das peças em separado, e estar de acordo com a norma NBR 14630:2000.

Sem dúvida, esses três atributos foram aqueles mais discutidos entre todos os usuários, e os motivos das principais queixas e insatisfações com as painéis em geral.

O resultado na avaliação do atributo do **isolamento térmico** foi o seguinte: a maioria dos usuários sabe distinguir os materiais mais isolantes daqueles menos isolantes. A parte superior da figura 6 apresenta como é percebido o atributo.

- No campo superior do gráfico estão os

materiais considerados isolantes, cujas alças são de plástico (2), madeira (3, 8 e 11) e de metal (6). Nesta última, as alças e pega são de metal, mas o material foi percebido erroneamente como sendo de plástico por 70% dos participantes; conseqüentemente, aqui foi considerado como bom isolante térmico.

- As alças de metal são compreendidas como as que esquentam mais, correspondendo às caçarolas 4, 5, 7 e 9.
- Se o material das alças é o mesmo empregado no corpo da panela há uma condução fluida do calor, o que faz com que as alças esquentem ainda mais. Quanto mais altas estiverem as alças, menor será a percepção de calor, sendo a caçarola 9 a mais crítica nessa questão.

No gráfico central da figura 6 estão as respostas sobre a **segurança**.

- Pode-se notar que aquela considerada a mais segura (caçarola 6) corresponde à alça mais firme, maior e mais espaçosa para a empunhadura das mãos. Por esse motivo, ela também foi considerada a mais confortável. Essa alça de metal tem um acabamento superficial acetinado, que para os usuários dá uma “sensação de maciez e conforto”.
- As demais alças consideradas seguras são aquelas mais firmes e as de maior qualidade percebida pelos usuários (caçarolas 2, 3, 4 e 5).
- As alças e pegas da caçarola 5, de aço inox, foram consideradas como “perigosas” por alguns usuários, por terem as arestas e superfícies “cortantes” e “desagradáveis ao tato” e “queima a mão”.
- As alças mais inseguras (na opinião de 75% dos usuários) e desconfortáveis (para 90%) são as da caçarola 9, consideradas “péssimas” por muitos, por serem pequenas, por estarem muito próximas da parede da panela e serem “desproporcionais ao tamanho e peso da panela”.

As respostas sobre o conforto indicam que os usuários percebem essa qualidade a partir das dimensões, da forma e dos aspectos táteis da pressão.

- As mais confortáveis são as caçarolas 2, 5, 6 e 8.
- A partir da análise das respostas, pode-se constatar que quanto mais firme, espaçosa e ergonômica forem as alças, mais seguras e confortáveis serão.

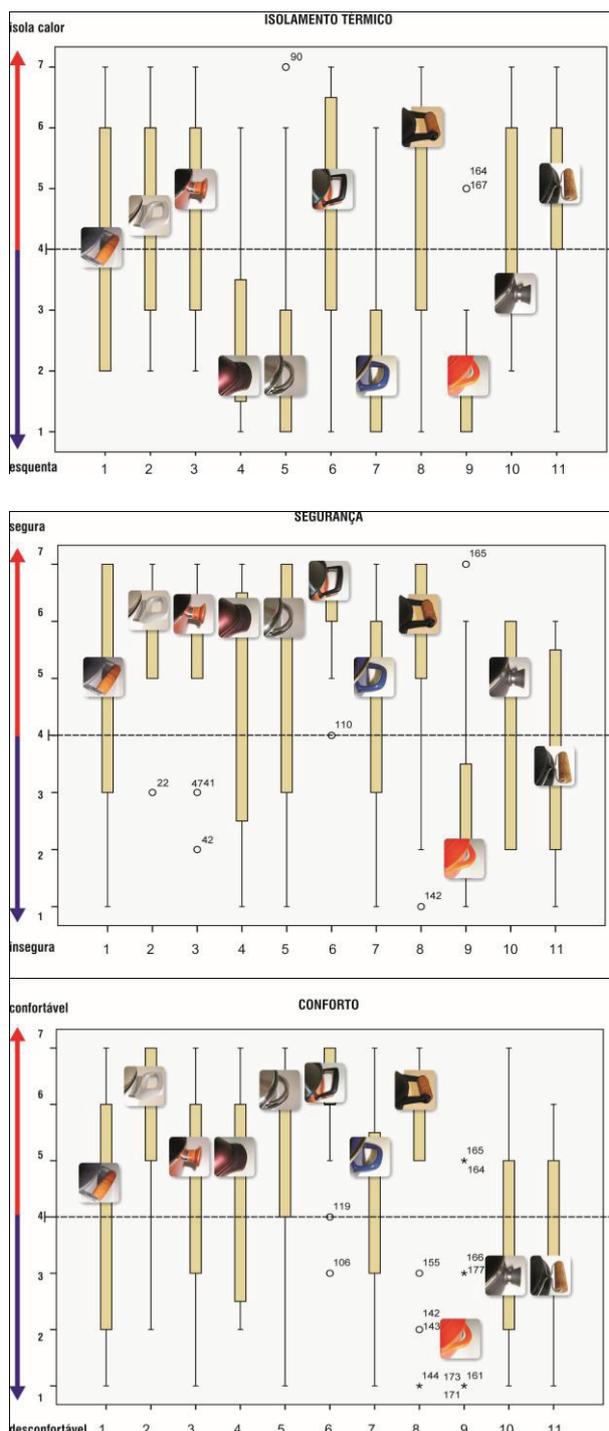


Figura 6 - Atributos “isolamento térmico, segurança e conforto” das alças e pegas na percepção dos usuários

5. Conclusões

As discussões apresentadas neste artigo demonstram que os materiais empregados para a produção de artefatos têm relevância para a disciplina do ergodesign. A partir da pesquisa de doutorado na área dos materiais, a pesquisadora apresentou um recorte, não somente do método

proposto, como também do estudo experimental. Do método Permatius foram extraídos do perfil subjetivo do material aqueles atributos que fazem interface com a ergonomia, que foram detalhados, dando a ênfase devida aos aspectos ergonômicos. Para finalizar, uma parte do estudo experimental realizado com painéis de cozimento foi apresentada, de modo a demonstrar que é possível aplicar o método proposto em casos de projetos de novos produtos, mas também em projeto ou intervenção ergonômica.

5. Referências Bibliográficas

- BONAPACE, L. Linking product properties to pleasure: the sensorial quality assessment method – SEQUAM. In GREEN, W. e JORDAN, P. *Pleasure with products*, Londres, Taylor and Francis, 2002, p. 189-216.
- BROEGA, Ana Cristina e SILVA, Maria Elisabete C. O conforto total do vestuário: design para os cinco sentidos. In: *Actas de Diseño*. Fac. Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo, Argentina, v. 6, 2008.
- DIAS, M. R. A. C. *Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação Permatius*. 2009. 360f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - PPGEGC, UFSC, Florianópolis.
- DORMER, Peter. *Os significados do design moderno: a caminho do século XXI*. Tradução de Pedro Afonso Dias. Lisboa: Centro Português de Design, 1995.
- FISHER, Tom. Plásticos: a cultura através das atitudes em relação aos materiais artificiais. In: BARBOSA, Livia e CAMPBELL, Colin. *Cultura, consumo e identidade*. Rio de Janeiro, Editora FGV, 2006.
- GIBSON, James J. *The ecological approach to visual perception*. Boston, Houghton Mifflin, 1979.
- IIDA, Itiro. *Ergonomia: projeto e produção*. São Paulo, Edgard Blucher, 2005.
- JORDAN, Patrick W. Human factors for pleasure in product use. *Applied Ergonomics* v. 29, n. 1, p. 25-33, 1998.
- JORDAN, Patrick W. The personalities of products. In: GREEN, W. e JORDAN, P. *Pleasure with products: beyond usability*, Londres, Taylor and Francis, 2002, p. 19-48.
- LEROI-GOURHAN, Andre. *O gesto e a palavra: técnica e linguagem*. Lisboa, Edições 70, 1990.
- LIDWELL, William et al. *Princípios universais do design*. Trad. de Francisco Araújo da Costa. Porto Alegre, Bookman, 2010.
- MALDONADO, Tomás. The idea of comfort. *Design Issues*, v. 8, n. 1, p. 35-43, 1991.
- MANZINI, Ezio. *A matéria da invenção*. Lisboa, Centro Português de Design, 1993.
- MEDEIROS, Wellington G. Meaningful interaction: a proposition for the identification of semantic, pragmatic and emotional dimensions of interaction with products. 2007. 320p. Tese (Doutorado) - Staffordshire University, Inglaterra.
- MERLEAU-PONTY, Maurice. *Fenomenologia da percepção*. Tradução de Carlos Alberto Ribeiro de Moura. São Paulo, Martins Fontes, 1999.
- MEYER, Guilherme e DAMAZIO, Vera. Elementos para um método de análise da relação emocional entre indivíduos e objetos. In: 4º CIPED - Congresso Internacional de Pesquisa em Design - *Anais*. Rio de Janeiro: Aend, 2005.
- MORAES, Anamaria de; FRISONI, Bianka C. (org). *Ergodesign: produtos e processos*. Rio de Janeiro, 2AB, 2001.
- MORIEARTY, Pamela I.; GUIMARÃES, Newton A. Reações adversas a vegetais no Brasil. *An.Bras. Dermatologia*, 55 (1), p. 35-37, 1989.
- NINIO, Jacques. *A impregnação dos sentidos*. Lisboa, Instituto Piaget, 1991.
- NORMAN, Donald A. *El diseño emocional: por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos*, Barcelona, Ediciones Paidós Ibérica, 2005.
- NORMAN, Donald A. *O design do dia-a-dia*. Trad. de Ana Deiró. Rio de Janeiro, Rocco, 2006.
- SCHMID, Aloísio Leoni. *A idéia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído*. Curitiba, Pacto Ambiental, 2005.
- YAP, Leong; VITALIS, Tony; LEGG, Stephen. Ergodesign: from description to transformation. In: 13th Triennial Cong. of the Inter. Ergonomics Ass. From Experience to Innovation. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 1997.
- ZACCAI, Gianfranco. Cultura, consciência e crescimento. In: Design é tudo. *Cadernos de Design*, ano 7, n. 19/20. Lisboa: CPD - Centro Português de Design, 1999.