

Debora Barauna, Silvana Souza, Michele Zamoner, Dalton Razera *

Materiais avançados no design à inovação a partir do século 21: contexto e significado



Debora Barauna

Mestre; Universidade Federal do Paraná (UFPR) <debora.barauna1@gmail.com>

Silvana Souza

Especialista; Universidade Tuiuti do Paraná (UTP) <sils.souzas@gmail.com>

Michele Tais D.C. Zamoner

Mestre; Universidade Federal do Paraná (UFPR) <mizamoner@gmail.com>

Dalton Luiz Razera

Doutor; Universidade Federal do Paraná (UFPR) <daltonrazera@ufpr.br>

Resumo Com o avanço da tecnologia, novas formas de concepção do material ao produto foram desenvolvidas na contemporaneidade recente. Assim, o objetivo deste estudo foi compreender a evolução da conceituação entre materiais e design à inovação no Século 21. Foram realizadas pesquisa bibliográfica, análise de conteúdo e revisão narrativa da literatura sobre o tema destacado. Os resultados apontaram para processos de concepção simultâneos entre materiais avançados, tecnologias e produtos, realçando os valores intangíveis dos materiais como atributos ao produto. Foi concluído que estudos avançados voltam-se para a consideração dos significados dos materiais à inovação por meio do design de materiais.

Palavras chave Materiais avançados; design; inovação e significado dos materiais.

Advanced Materials in Design for Innovation from the 21st Century: Context and Meaning

Abstract *Abstract* With the advancement of technology new ways of material conception to the product were developed in the recent contemporaneity. Thus, the objective of this study was to understand the evolution of the concept between materials and design to innovation in the 21st Century. It was carried out a bibliographical research, content analysis and narrative review of the literature about the theme. The results were pointed to simultaneous conception processes between advanced materials, technologies and products, highlighting the intangible values of materials as attributes to the product. It was concluded that advanced studies evaluate the meanings of materials to innovation through the materials design.

Keywords *Advanced material; design; innovation and meaning of materials.*

Introdução

O avanço do conhecimento entre a sociedade moderna e contemporânea do Século 20 permitiu a introdução dos materiais avançados, aqueles que são manipulados e controlados para aplicação em fins específicos (BELL, 2011). Com isso, novas relações na interface entre materiais e design no Século 21 emergiram. Processos de concepção passaram a considerar a inovação a partir de novos materiais já desenvolvidos e disponíveis para seleção em bases de dados particulares, as quais apostaram na capacidade de abstração e inspiração dos designers para encontrar aplicações inovadoras aos materiais. Outro fluxo de concepção passou a perceber a importância de se considerar os valores intangíveis dos materiais avançados, relevantes aos atributos do produto, já na fase de conceituação do produto, o que tem exigido maior comunicação entre áreas.

Como ditou Oslon (2001) um novo mundo material tem se instaurado nas fronteiras entre áreas correlatas do conhecimento, referente ao desenvolvimento simultâneo de materiais avançados, altas tecnologias e novos produtos. Com esta perspectiva, o objetivo deste estudo foi compreender a evolução das pesquisas no Século 21 destas formas de concepção entre as áreas de materiais e design à inovação. Para tanto, foram adotados os seguintes procedimentos técnicos relativos à coleta, seleção, interpretação e síntese dos dados: pesquisa bibliográfica, análise de conteúdo do tipo temática e revisão narrativa da literatura. Os resultados obtidos evidenciaram que, desde a passagem do milênio, inúmeras publicações de referência surgiram para demonstrar a preocupação crescente dos designers em várias disciplinas relacionadas com os materiais dirigindo os resultados à inovação no processo de design. Segundo Verghese (2007) a estratégia de adoção de novas tecnologias de materiais como ponto de partida dos projetos tem sido aplicada por designers como também pelos próprios fabricantes (empresários) que observam os benefícios sociais e econômicos na inovação por novos materiais. Estudos avançados direcionam-se para a compreensão dos significados dos materiais aos produtos e à inovação, valorizando a inserção do usuário ao processo, bem como a consideração de contextos.

A seguir, no encadeamento deste artigo são apresentados o método de pesquisa empregado no estudo e as publicações que descrevem e discutem as novas formas de concepção material por meio do design à inovação. Por fim, a conclusão do estudo é destacada.

Método de Pesquisa

O presente artigo foi elaborado a partir da técnica de pesquisa bibliográfica. Foram investigados trabalhos publicados entre os anos de 2001 a 2015, com exceção de Tambini (1996) e Moraes (1999) que foram utilizados pontualmente. As publicações constituem-se, principalmente, de materiais revisados por pares, tais como; livros, teses e artigos científicos. Essas foram tanto encontradas por buscas com palavras chave como por referências cruzadas entre os autores.

O conteúdo investigado permitiu o confronto de ideias, partindo do ponto de vista de diferentes autores e contribuindo para a construção e análise dos resultados. Neste processo foi empregado a técnica de análise de conteúdo do tipo temática. Essa considera a noção de tema e comporta uma profusão de relações, por meio de afirmações a respeito de determinado assunto (GERHARDT e SILVEIRA, 2009). Com a análise do conteúdo foi elaborada uma revisão narrativa da literatura a fim de sintetizar o tema destacado. A revisão narrativa da literatura visa "descrever e discutir o desenvolvimento [...] sob ponto de vista teórico ou contextual"(ROTHER, 2007, p.V).

Relação Histórica e Contextual

A história mostra que durante a sociedade moderna (Século 20) houve um rápido crescimento na experimentação e no desenvolvimento de novos materiais a partir do surgimento de diversas revoluções tecnológicas que alavancaram o desenvolvimento de novos processos e produtos (NAVARRO, 2006). Foi nessa época que o design e a engenharia ou ciência e tecnologia de materiais estabeleceram-se como disciplinas. O design foi alavancado pela Revolução Industrial, com o surgimento das máquinas que gerou a produção em massa de produtos e substituiu o processo artesanal (MORAES, 1999). Já os conhecimentos científicos e tecnológicos começaram a interagir mediante aos estímulos da expansão comercial e do crescimento acelerado da cultura urbana. Com isso "a tecnologia criou novas ferramentas e máquinas com as quais os cientistas foram capazes de conseguir melhor visão e compreensão dos fenômenos" (DOBRZANSKI, 2006, p. 143). Assim, o domínio da ciência e tecnologia de materiais resultou da compreensão atomista "que levou às ciências da física e química e, finalmente, para a relação entre as propriedades de um produto e da sua microestrutura" da engenharia de materiais (BELL, 2011, p.3). Ashby e Johnson (2011) afirmam que foram os avanços científicos e tecnológicos em materiais que ditaram as oportunidades e os limites do design ao longo da história. Na atualidade o conhecimento gerado pela ciência e tecnologia de materiais é utilizado principalmente "em produtos novos e melhorados" (BELL, 2011, p.3).

Neste contexto, a história do design assim como a dos materiais está estreitamente relacionada à evolução do homem em sociedade. Verghese (2008, p.3) afirma que "os materiais influenciam o design já por muitos séculos, tanto afetando a sociedade como sendo impulsionado, de igual modo, por pressões sociais". Como exemplo dessa relação próxima entre o design, os materiais, as tecnologias e as demandas da sociedade incita-se discutir sobre a história do design de embalagens diante da obra 'Design do Século' de Tambini (1996). Nas primeiras décadas do Século 20 os materiais e as tecnologias influenciaram a criação de produtos alimentícios, como os enlatados, motivados por demandas da primeira e segunda guerra mundial. Portanto, de uma necessidade inicialmente militar, produtos, mais tarde, foram convertidos em uso do cotidiano. Bell (2011); Ashby e Johnson (2011) corroboram essa afirmação quando pontuam que no passado muitos novos materiais foram desenvolvidos para fins especiais, tais como aeroespaciais e militares, e depois adotados como produtos de consumo. As conservas em lata de aço ou enlatados deixam isso evidente com o seu uso explícito até os dias de hoje. Ashby e Johnson (2011) ainda destacam que no passado os materiais foram, predominantemente, utilizados em produtos similares em forma e função, mas os avanços científicos e tecnológicos têm estimulado na atualidade novos materiais e formas em design de produtos. Assim, no presente a aplicação de novos materiais é mais dirigida por demandas de mercado e necessidades da sociedade. Para os autores, isto se deve, provavelmente, a influência significativa do design neste processo.

No Século 21 a inserção de valores tangíveis e intangíveis na relação entre materiais, tecnologias e produtos expandiram-se e realçaram os conhecimentos do design, junto à ciência e tecnologia de materiais em direção à inovação. O design passou a ser reconhecido pela pluralidade de conceitos que movem o seu processo projetual, a fim de encontrar soluções para as demandas da sociedade. Com isso, surgiram teorias e práticas do design apontando a sua relevância de atuação para além de um meio de desenvolvimento de produtos, ou seja, como uma abordagem de gestão dirigida à inovação. Dentro desta perspectiva cita-se novamente as embalagens como exemplo, em específico o design dos enlatados desenvolvidos em 2004 e 2014 para o produto 'Leite MOÇA®', Figura 1.

Figura 1 - Evolução do design de embalagem do produto Leite MOÇA® em 2004 e 2014



2004 2014

Fonte: G1 Globo (2014).

As imagens mostram que a mudança mais óbvia na embalagem do produto Leite MOÇA® em 2004 foi a da forma tradicional dos enlatados para outra bem mais sinuosa, o que envolveu tanto avanços em tecnologia como em design. Porém, muitos associaram o papel do design neste processo apenas com o diferencial da forma, mas demais funções, igualmente significativas e correspondentes ao processo de design foram atribuídas ao produto, tais como: a facilidade de empilhamento; a percepção de ergonomia na pega do produto; o uso do processo de litografia e a inserção do serviço 'Fale com a Moça' como novo ponto de contato para a marca, oferecendo aos usuários orientações culinárias por telefone e e-mail. Este design foi desenvolvido em dois anos por uma equipe integrada entre designers, engenheiros, profissionais de marketing, pesquisadores, fornecedores e colaboradores da fábrica, desde o processo de criação até a veiculação no mercado. Mais recente, em 2014 o produto passou por nova reformulação no design, diante de solicitações dos usuários, seu sistema de abertura foi facilitado e, com isso, sua forma ficou mais fina e alongada. Foi mantido o conforto na pega do produto e voltou-se a incluir receitas em seu rótulo (CORPORATIVO NESTLÉ, 2014).

Sobretudo, evidencia-se que os materiais e as tecnologias exercem influências diretas sobre as soluções de design, bem como o envolvimento das partes interessadas trazem contribuições significativas de atribuição de valor ao produto, o que oportuniza a inovação. Isto se deve segundo Ono (2004, p.60) "a natureza interdisciplinar da atividade de design", que lhe confere:

uma importante dimensão antropológica cultural. No desenvolvimento de produtos industrializados, o design sofre, por um lado, o impacto do desenvolvimento tecnológico e dos processos técnicos, e, por outro, as pressões das transformações culturais decorrentes do surgimento de novos usos e necessidades, promovidos pelos artefatos que são inseridos na sociedade.

Portanto, Calegari e Oliveira (2013, p. 51) afirmam que "as decisões tomadas pelo designer no ato de projetar com os conceitos e elementos materiais não são neutras, pois ele está inserido em um contexto sociocultural e suas escolhas são influenciadas pelas práticas e valores sociais". Com isso, a configuração de um novo produto "é dependente dos materiais, de seus fatores tangíveis" e intangíveis ou "simbólicos, semânticos, estéticos, interligados diretamente com a cultura. Este leque de características próprias influencia a percepção dos produtos pelos usuários". Assim, em atendimento às demandas dos usuários "podem surgir

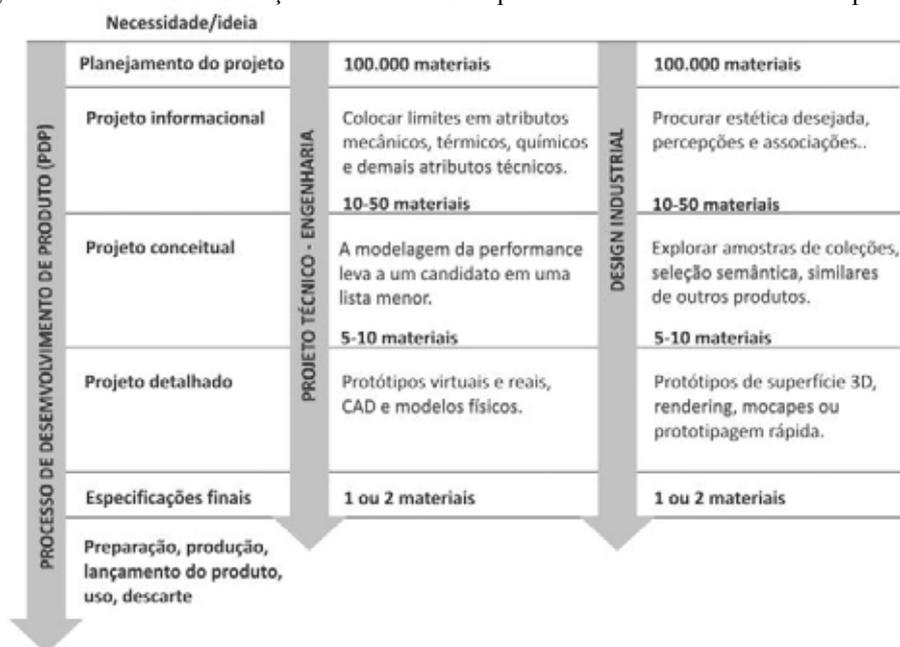
designs inovadores a partir de materiais ou podem ser desenvolvidos novos materiais" (CALEGARI e OLIVEIRA, 2013, p. 52).

Novos Materiais no Design à Inovação

A partir da passagem para o novo milênio (Século 21) inúmeras exposições e publicações de referência surgiram para demonstrar a preocupação crescente dos designers em várias disciplinas relacionadas com os materiais dirigindo os resultados à inovação no processo de design. Ashby e Johnson (2011, p.159) afirmam que "novos materiais muitas vezes são o ponto de partida para os designers - eles inspiram e podem ser manipulados para se obter produtos que nunca tinham parecido possíveis antes". Igualmente, Field, Clark e Ashby (2001, p.716) já apontavam que "novos materiais inspiram os designers, mas, o design impulsiona ainda mais o desenvolvimento de materiais". Os autores quando pontuam tais afirmações fazem referências aos avanços nos conhecimentos e processos científicos e tecnológicos, que na atual sociedade contemporânea possibilitaram a abertura de uma nova e emergente história de interações entre o design e as engenharias como o desenvolvimento dos materiais avançados. Kindlein e Guanabara (2006, p.2) afirmam que "há uma corrente na engenharia para a qual a principal razão para inventar novos materiais é a maior liberdade de design que esses permitirão". Para Messer *et al.* (2007) ao projetar materiais avançados e produtos de modo integrado, já na fase de conceituação da ideia, tem-se maior flexibilidade para o design atingir desempenhos específicos nos produtos. Porém, designers e também engenheiros de produto, comumente selecionam materiais existentes, ao invés de projetá-los, junto à engenharia de materiais e de modo simultâneo ao produto.

Tradicionalmente os materiais foram utilizados no design e na engenharia de produtos como uma etapa de escolha durante o processo de desenvolvimento de novos produtos. De modo geral, tanto na engenharia como no design, as fases de desenvolvimento de um produto compreendem: (i) a identificação de uma demanda ou necessidade; (ii) a conceituação da ideia; (iii) o desenvolvimento e (iv) a especificação da solução encontrada. Nas fases iniciais do projeto, atributos, valores ou funções do produto devem ser pesquisados para a geração de ideias e conceituação da solução em atendimento a uma demanda especificada. Já na fase final deve-se apresentar o detalhamento da solução. O uso de materiais neste processo normalmente ocorre na fase de desenvolvimento do produto. No entanto, a fase de conceituação tem implicações para a configuração global do projeto de produto. Assim, reforça-se a importância de se obter "informações sobre materiais em cada estágio do projeto", conforme mostra a Figura 2 (ASHBY e JOHNSON, 2011, p.34). De acordo com os autores as informações de materiais no processo de desenvolvimento de um produto diferem-se em amplitude e precisão. Na medida que caminha para o fim as informações tornam-se mais específicas. A questão é fazer as escolhas diante dos 100.000 mil materiais existentes no mundo, dos diversos critérios para uma tomada de decisão e dos avanços constantes da ciência e tecnologia de materiais.

Figura 2 - Níveis de informações de materiais no processo de desenvolvimento de produtos.



Fonte: Ashby e Johnson (2011).

O esquema apresentado mostra que apesar do processo de desenvolvimento de produto, de maneira geral, compreender ambas as áreas, design e engenharia de produto, existem diferenças entre as áreas, correspondentes à relevância das informações em cada nível. Explica-se essas diferenças na sequência pelos seguintes raciocínios encontrados em Ashby e Johnson (2011, p.31):

a) A linguagem e o pensamento técnico-científico funcionam bem quando ideias podem ser expressas com precisão, mas essas se tornam complicadas de trabalhar quando são imprecisas ou envolvem apreciações subjetivas. Nesses casos são necessários outros modos de pensar, como o pensamento criativo do design. É neste ponto em que a engenharia de produto diferencia-se do design. O pensamento dedutivo é baseado em lógica e análise. Logo, o design depende também do pensamento indutivo, ou seja, da síntese extraída de experiências prévias. Tal modo de pensar “permite maiores avanços conceituais por meio de livre associação de ideias”. Na mente dos designers emerge uma confusão de ideias não associadas a um caminho único para a solução.

b) Em específico, no processo de design o pensamento criativo associado aos conhecimentos existentes, aos novos materiais, aos avanços tecnológicos e às interação com os usuários são utilizados para gerar soluções. O processamento da criatividade ocorre pelo raciocínio visual e é alimentado pela observação e percepção. Por meio do raciocínio visual o designer ao longo de uma existência procura capturar e manter variadas ideias e percepções de materiais, formas, texturas e cores. Isto envolve o aproveitamento de memórias e imagens combinadas para a formação de atributos do produto, conceituação da ideia e condução da solução.

Desta forma, as informações geradas pela observação e percepção são essenciais para o processamento do pensamento criativo nas fases de conceituação do design. O designer quando obtém as informações sobre os materiais no início do processo, pode processá-las pelo raciocínio visual e imaginá-las como atributos do produto. Neste contexto, diferentemente dos atributos técnicos que são exatos e absolutos, no design diversos atributos

do produto dependem de aspectos intangíveis do material (ASHBY e JOHNSON, 2011). Para elucidar esta questão apresenta-se a Figura 3.

Figura 3 - Fatores que formam o quadro de atributos de um produto.



Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Field, Clark e Ashby (2001).

O esquema gráfico mostra as relações que um processo de design promove para conceber um conjunto de atributos para o produto em atendimento a uma demanda e satisfação dos usuários. As intenções ou propósitos do projeto associados com os materiais e processos formam o que foi chamado pelos autores de fisiologia do produto, sua existência física e funcionalidade. No entanto, as intenções do projeto são afetadas pelas diversas relações subjetivas, simbólicas ou intangíveis geradas pelos usuários, o que os autores denominaram de percepções. Isto, por sua vez, interfere nas escolhas de materiais e, por conseguinte, nos processos tecnológicos assim como na ergonomia, que relaciona as emoções e medidas físicas necessárias ao produto. A ergonomia diz respeito tanto às sensações de conforto, segurança, prazer etc. como aos fatores de uso, pega, manuseio, altura, peso, profundidade do produto. Essa também usa valores biométricos dos usuários, os quais interferem, diretamente, nas escolhas das formas e tecnologias para o produto, logo dos materiais também. Os autores caracterizaram a percepção e ergonomia como fatores psicológicos do produto, por resultarem de informações derivadas dos indivíduos alvo do processo. Por fim, todas estas questões geram um quadro de atributos para o produto. Os autores definem esse quadro como o código genético ou DNA do produto, por onde variadas ideias serão geradas e também sintetizadas em uma solução satisfatória para atendimento à intenção do projeto.

Diante disto, diversos autores na literatura passaram a evidenciar e discutir o universo de informações de materiais, para além das questões técnicas e funcionais, e a importância dessas informações aos designers para a tomada de decisão já nas fases iniciais do processo de concepção de um produto, conforme é exposto na sequência deste artigo. Também, recentemente, Karana, Pedgley e Rognoli (2014) lançaram a publicação *"Materials Experience: Fundamentals of Materials and Design"* que retrata um amplo estado da arte sobre as discussões destes conhecimentos no meio técnico-científico.

Informações de Materiais à Conceituação no Design

Segundo Van Kesteren (2008) foi somente em meados da primeira década do Século 21 que *ASM International the Materials Information Society* reconheceu os designers como um público a ser considerado na comunidade de informação de materiais. A *ASM* admitiu que os designers têm necessidades especiais de informações sobre os valores intangíveis dos materiais, além dos técnicos e funcionais. Com isso, o autor buscou conhecer quais eram as necessidades dos designers quanto às informações de materiais. Uma questão relatada pelos designers participantes do estudo foi a falta de informações de materiais relacionadas com o produto. Foram consideradas de difíceis acesso às informações sobre como se comportam os materiais durante todo o tempo de vida do produto ou como os materiais selecionados afetam a forma e utilização do produto. Os resultados apontaram ainda que os designers necessitam de amostras de materiais para se inspirarem e comunicarem, especialmente em parâmetros não técnicos.

Partindo desta perspectiva, alguns serviços surgiram no Século 21 com a intenção de oferecer uma plataforma de materiais que pudessem inspirar os desenvolvedores, principalmente, os designers. Exemplos desses serviços são: *Materials ConneXion*®; *MateriO*®; *Transmaterial*®; *MateriaBrasil* entre outros (Figura 4).

Figura 4 - Bibliotecas *on-line* de novos materiais para a inspiração no design.



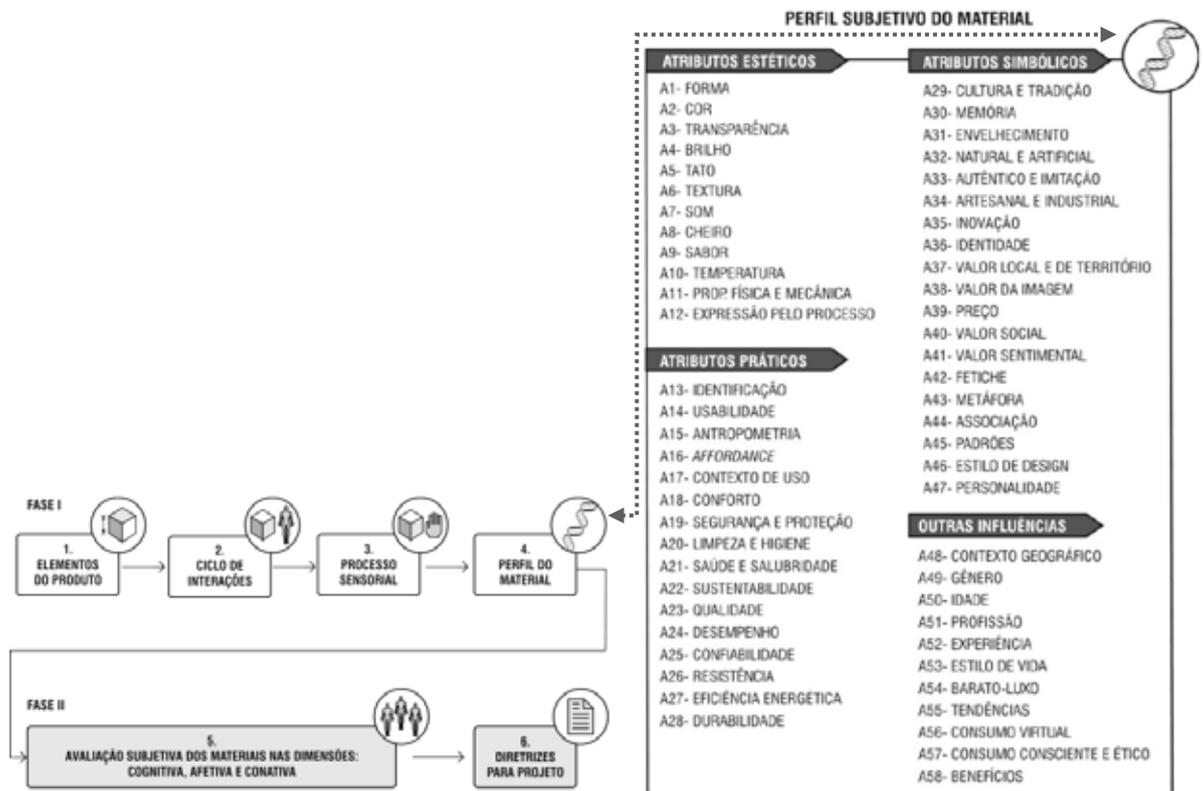
Fonte: *Materials ConneXion*®, *MateriO*®, *Transmaterial*® e *MateriaBrasil* (2016).

Historicamente, foi durante a década de 80 que surgiram os primeiros bancos de dados informatizados para o agrupamento de informações de materiais a fim auxiliar na aplicação em produto (SANTANNA, 2007). No entanto, enquanto o designer não era visto como um usuário desses sistemas, as informações e linguagens contidas em tais serviços exigiam conhecimentos técnicos, fora do escopo dos designers, ou seja, compreendiam somente ao campo da engenharia. Já no Século 21 outras perspectivas de estudos na interface 'materiais e design' voltaram-se à classificação dos tipos de informações de materiais pertinentes aos designers. Estes estudos são apresentados na sequência de modo cronológico.

Karana, Hekkert e Kandachar (2008) estabeleceram, de modo sequencial, um quadro de tipos de informações de materiais por atributos do produto fundamentais aos designers para a tomada de decisão quanto ao uso de materiais. Quatro níveis de tipos de informações de materiais foram definidos, tais como: propriedades sensoriais, características intangíveis (valores percebidos, emoções, associações, significado cultural, tendências e movimentos de design) propriedades técnicas e notas de design. Esse último diz respeito às recomendações, às limitações, às questões ambientais, aos materiais similares etc.. Transversalmente foi considerada a realização de avaliações de custo e benefício quanto ao uso do material.

No Brasil Dias (2009) criou um modelo de avaliação da "Percepção dos Materiais pelos usuários", o Permatus. Esse modelo apresenta um esquema de informações de materiais, tratado como perfil subjetivo do material (Figura 5). Dias e Gontijo (2011, p.6) afirmam que "cada material possui um conjunto particular de qualidades, uma espécie de perfil genético – o DNA do material – que se diferem, mesmo com características aparentemente semelhantes".

Figura 5 - Perfil de informações de materiais pelo método Permatus.



Fonte: Adaptado de Dias (2009); Dias e Gontijo (2011).

Dias (2009, XIII) pondera que no âmbito da engenharia os materiais contemplam aspectos técnicos, de resistência e desempenho. Na esfera ambiental estes se configuram para atendimento à sustentabilidade como "energia incorporada, emissão de poluentes, preservação das fontes de insumo, reciclagem e toxicidade". Na dimensão prática do uso os requisitos relacionam-se com a usabilidade, a ergonomia, o conforto e a segurança. Quanto à estética, os materiais trazem expressividade e linguagem. Já no aspecto simbólico "os materiais evocam valores culturais, da memória, da tradição e das associações". Segundo a autora "o conhecimento prévio dos anseios dos usuários, ainda que subjetivos, e as reações emocionais que eventualmente venham a experimentar em sua interação com os produtos", podem servir como estratégias na concepção de novos produtos.

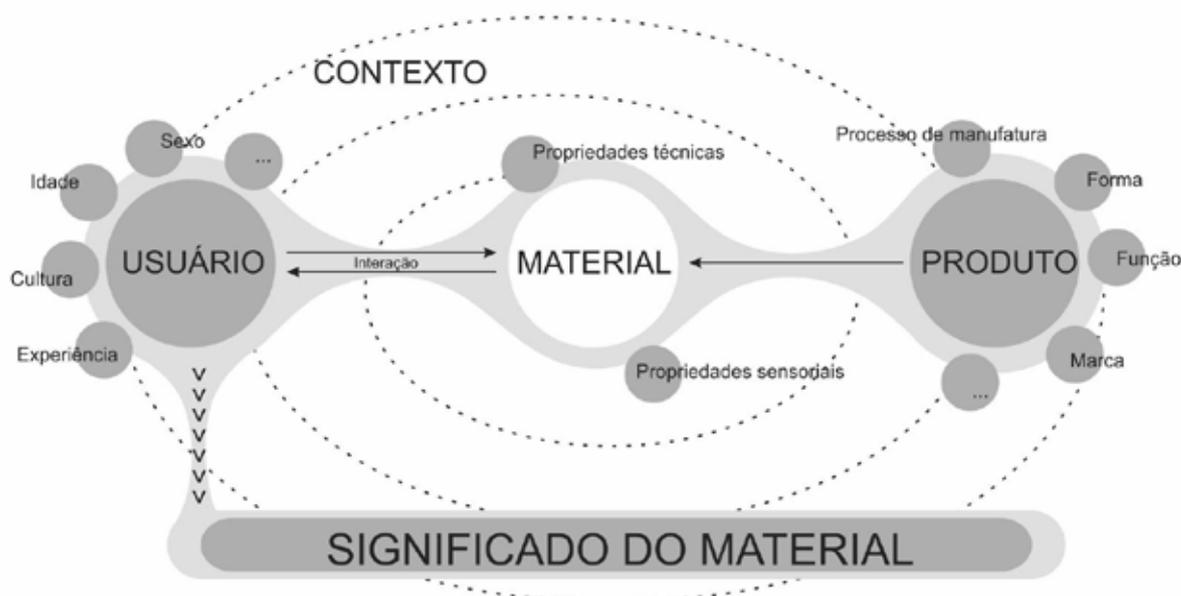
De modo mais simplista Faller (2009) elaborou outro esquema gráfico quanto às relações das informações de materiais tangíveis e intangíveis para o design de produtos, conforme mostra a Figura 6. Tal esquema é semelhante à categorização de Ashby e Johnson (2011) quanto aos valores intangíveis dos materiais como atributos de produtos, a saber: associativos - correspondem à época, à cultura e à pessoa; estéticos - relacionados com os sentidos (visão, tato, gosto, olfato e audição); percebidos - referem-se à reação a um material e/ou produto; e emocionais - descrevem as sensações que um material e/ou produto provocam.

Figura 6 - Características tangíveis e intangíveis relacionadas aos materiais e produtos.



Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Faller (2009).

Sobretudo, junto aos avanços nos tipos de informações materiais pertinentes aos designers, Karana e seus colaboradores começaram a questionar o fato de como encontrar os significados que os materiais expressam por meio dos seus valores intangíveis. Karana e Hekkert (2010) tinham a hipótese que os usuários interagem de forma distinta com diferentes tipos de produtos e que isso influenciava a forma como eles descreviam os materiais de que esses produtos eram feitos. Dentro desta perspectiva, Karana, Hekkert e Kandachar (2010) desenvolveram o modelo 'Significado de Materiais' (*Meaning of Materials - MoM*) Figura 7. O modelo *MoM* busca: familiarizar os designers com os componentes principais dos significados de materiais; mostrar quais são os aspectos que desempenham um papel na determinação de significados e estimular os designers à encontrarem relações entre os aspectos e os significados.

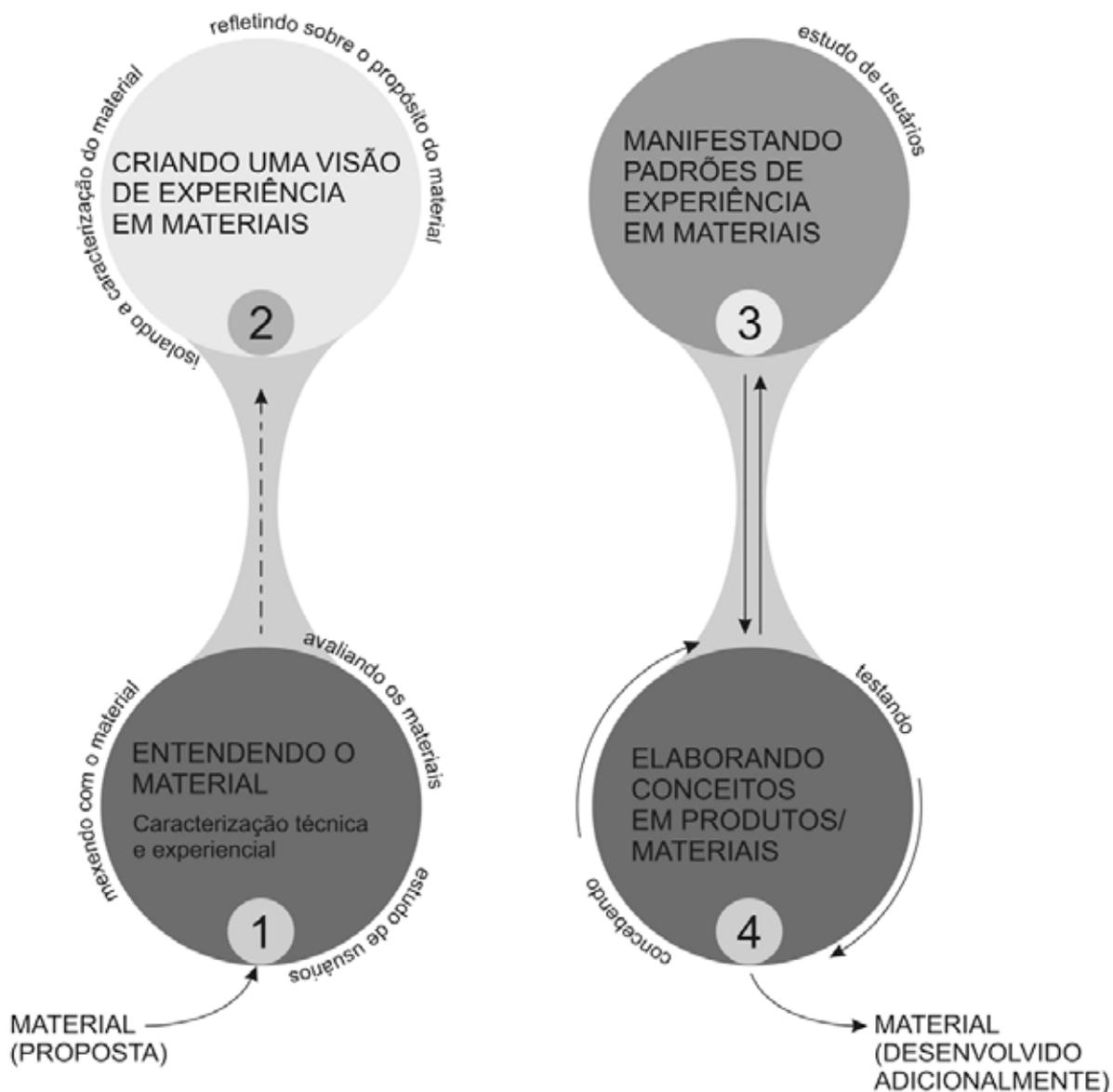
Figura 7 - Modelo *Meaning of Material (MoM)*.

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Karana, Hekkert e Kandachar (2010).

O diagrama propõe que os significados de materiais ou o seu caráter expressivo são moldados em um contexto particular pelas interações entre o usuário e os atributos do produto (KARANA e HEKKERT, 2010). Assim, os autores enfatizam que os designers devem entender como um material adquire o seu significado e que tipo de variáveis desempenham um papel nesse processo para transmitir suas intenções corretamente.

Decidir sobre o papel que um material vai atuar dentro de um produto é um dos grandes desafios enfrentados pelos designers. Ele implica necessariamente em um propósito de projetar para interações dos produtos com o usuário, conseqüentemente, para as experiências. [...]. Em outras palavras, é competência do designer usar materiais para criar experiências particulares para as pessoas em contextos particulares de utilização: para definir as experiências materiais (KARANA, PEDGLEY E ROGNOLI, 2014, XXV).

Recentemente, Karana *et al.* (2015, p.35) propuseram o método 'Design Orientado pelo Material' (*Material Driven Design - MDD*) com a finalidade de apoiar os "designers na estruturação, comunicação e reflexão sobre suas ações em design para experiências materiais", Figura 8. O método *MDD* apresenta quatro etapas, sendo que cada uma dessas possui uma sequência de atividades, onde, para cada momento, projeta-se uma causa e um efeito. Partindo de um material proposto, a primeira etapa é dedicada à compreensão das características técnicas e experimentais, em um segundo momento a intenção é refletir sobre a aplicação, depois a intenção desloca-se para o recorte do usuário e por último a conceituação do produto é proposto e testado.

Figura 8 - Método *Material Driven Design* (MDD).

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Karana *et al.* (2015).

Contudo, apesar de os estudos apresentados demonstrarem avanços na compreensão do conceito material ao produto no design, considerando os significados dos materiais em relação ao contexto e usuário, é preciso que os designers adquiram também competências de conhecimentos mais amplos do universo de materiais para transitar facilmente entre as fronteiras de áreas.

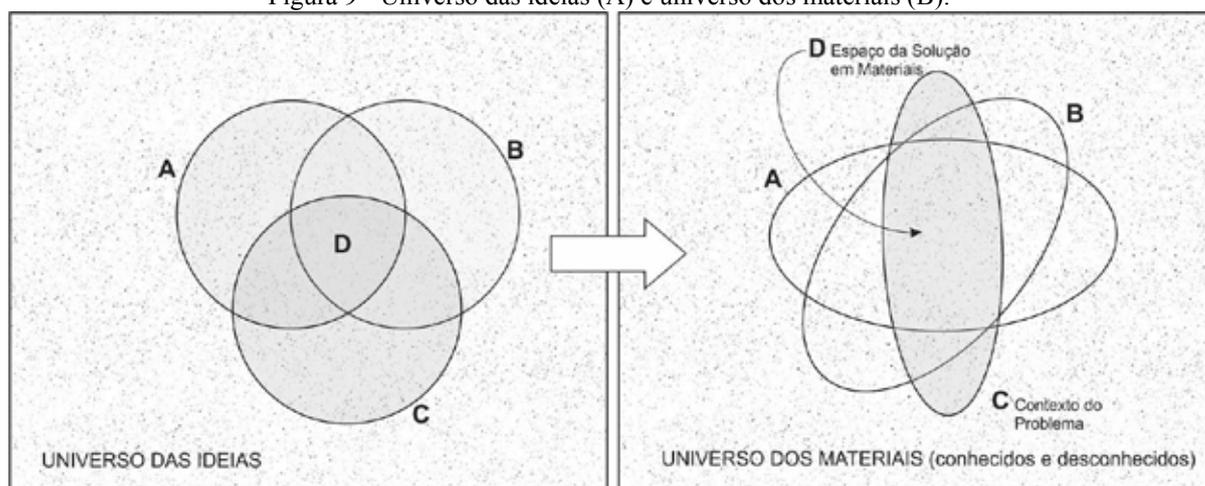
Conhecimento Material

Segundo Albinã e Vila (2012) o uso de informações de materiais requer uma atuação multi e interdisciplinar, habilidade para a busca de informações e conhecimento sobre o universo de materiais. Com a falta de tais competências, em muitos casos, os materiais são aplicados por meio de "tentativa e erro". O argumento mais amplamente utilizado pelo designer é que o material escolhido já foi usado no passado e que esse estava na altura das

expectativas do projeto. Isto é reflexo do designer basear-se muitas vezes somente na sua experiência, o que mostra limitação para o conhecimento de novos materiais.

Dentro deste contexto Verghese (2007) apoiou-se no estudo e processo de design de Edward V. Krick¹ a fim de compreender os riscos em relação ao uso de materiais no design e para propor um universo de conhecimentos sobre esses, relacionado-os com áreas limites para a delimitação da solução (Figuras 9; A e B). Seu objetivo não foi criar um método para a escolha de materiais, mas sim facilitar a compreensão do universo de materiais.

Figura 9 - Universo das ideias (A) e universo dos materiais (B).



Fonte: Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Verghese (2007).

No diagrama de Krick (A) existe um espaço de ideias que é vasto e variado. Dentro desse espaço há limitações de escolhas para os designers ao encontro do domínio da solução. Os limites são conhecimento, restrições fictícias ou mito e restrições genuínas. Os limites do conhecimento referem-se às fronteiras entre áreas do saber que estão em constante expansão. Os limites fictícios tratam dos conceitos que são testados e invalidados. Já os limites genuínos consideram as questões que não podem ser alteradas. Na releitura para os conhecimentos dos materiais (B) Verghese (2007, p.160) propõe que existe um universo de matérias que compreende a "todos os materiais existentes (novos ou tradicionais) conhecidos por nós, e também todos os materiais ainda não conhecidos. [...] Dentro desse espaço existem três áreas que se cruzam", o domínio de conhecimento sobre materiais; o contexto do problema e os mitos de limitações dos materiais. Esse último baseia-se no conhecimento que ainda está em estudo ou características dos materiais que dependem de comprovação científica.

Enfim, no Século 21 a "escolha dos materiais e dos processos de fabricação passaram então a elevar-se como fator caracterizador do conceito do produto", podendo resultar em oportunidades para a inovação (KINDLEIN e GUANABARA, 2006, p.2). Isto foi possível devido às novas tecnologias terem transformado o material no propósito do desenvolvimento de produto. "Em vez de se projetar uma coisa, é projetado uma coisa de design". Impulsionados pelos atuais sistemas interativos e de tecnologia da informação, um constante repensar os processos de design foi lançado no Século 21 (VERGHESE, 2008, p.10). Assim, houve evolução na consideração dos processos tradicionais de design e engenharia de

¹ Autor de "An introduction to engineering and engineering design" de 1969.

produtos com o uso dos materiais sendo questionado já na fase de conceituação do projeto. Isto tanto pela consideração de novos materiais existentes como fonte de inspiração para o produto quanto pela concepção de materiais avançados junto à engenharia, também chamado de design de materiais pelas áreas de ciência e tecnologia de materiais.

Ainda, é imprescindível que os designers considerem as direções de desenvolvimento da sociedade, avaliando suas demandas e necessidades. Os usuários devem ser agentes de experimentação material e os designers intérpretes dos significados desses, em relação ao usuário, configurando-os como atribuídos dos produtos. As demais partes interessadas no processo devem ser envolvidos e maior trânsito de conhecimento deve ocorrer na fronteira entre áreas interessadas na concepção de materiais avançados, tecnologias e produtos. Ashby e Johnson (2011) afirmam que a comunicação entre estas áreas é, justamente, uma lacuna existente. Os autores enfatizam que, aqueles designers que se submeterem a conhecer uma fábrica por dentro, explorar novas tecnologias e dialogar com os cientistas serão mais bem-sucedidos em seus projetos, quanto ao uso de novos materiais e tecnologias no design à inovação.

Conclusão

Com o avanço das tecnologias contemporâneas, baseadas nas atuais demandas da sociedade, novas relações na interface 'materiais e design' foram configuradas. O presente artigo buscou compreender essas relações na conceituação entre materiais e design à inovação no Século 21. Por meio das referências estudadas foram constatadas algumas transições importantes em relação à projeção de novos materiais bem como de produtos. No século passado designers utilizavam, essencialmente, materiais já existentes, que eram escolhidos entre uma grande gama de opções, para a criação de novos produtos. Já com a passagem do milênio percebeu-se que novos materiais são criados com o intuito de compactuar com a criação de novos produtos, os chamados materiais avançados resultantes de processos preditivos também determinados de design de materiais. Ainda, alguns serviços surgiram no Século 21 com o objetivo de orientar e inspirar a escolha do designer, como exemplo, citou-se as bibliotecas *on-line* de novos materiais e os estudos voltados para a classificação dos tipos de informações de materiais pertinentes aos designers.

Enfim, as mudanças promovidas expõem a importância da relação entre materiais e design para além das características técnicas e funcionais de uma material ao produto. Os valores intangíveis e significados dos materiais são ressaltados como atributos aos produtos à inovação, considerando o contexto e usuário que se referem. Outra alteração considerável é o momento da definição de materiais no processo de projeto de produto, que passou a compor as fases iniciais de conceituação do produto, sendo que antes somente ocorria na fase de desenvolvimento. Entretanto, isto corrobora a necessidade dos designers em conhecer mais sobre o universo dos materiais, exigindo maior trânsito entre áreas ou fronteiras do conhecimento interessadas no processo à inovação.

Assim, a fim de somar ao modo latente dos designers de projetar, intuitivo, indutivo, ou seja, baseado nas experiências prévias, estudos recentes buscam desenvolver formas, métodos e classificações para designers conhecerem mais, significativamente, o universo dos materiais, principalmente, suas características intangíveis em relação aos usuários e ao contexto, buscando atribuir significados aos produtos.

Referências

ALBIÑANA, J.C.; VILA, C.A. Framework for concurrent material and process selection during conceptual product design stages. **Materials & Design**, Elsevier. v. 41, p. 433-446, 2012.

ASHBY, M., & JOHNSON, K. **Materiais e Design**: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto. 2º ed. Elsevier. Rio de Janeiro, 2011.

BELL, B. **Material Intelligence**: An Overview of New Materials for Manufacturers. PFIInnovation, Canadá, 2011.

CALEGARI, E. P., OLIVEIRA, B. F. de. Um estudo focado na relação entre design e materiais. v.4, n.1, p. 51. **Projética**, Londrina – PR. 2013.

CORPORATIVO NESTLÉ. **Leite MOÇA® atende a pedidos dos consumidores e apresenta nova lata**. São Paulo, maio de 2014. Disponível em: <<http://corporativo.nestle.com.br/media/pressreleases/leite-mo%C3%87a-atende-a-pedidos-dos-consumidores-e-apresenta-nova-lata>>. Acesso em: fev. 2016.

DIAS, M. R. A. C. Dias. **Percepção dos materiais pelos usuários**: Modelo de avaliação Permatius. Tese, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

DIAS, M. R. A. C., GONTIJO, L.A. Método permatius para a seleção de materiais. **ENEGEP**. Belo Horizonte, MG, p.1-14, 2011.

DOBRZANSKI, L. A. Significance of Materials Science for the Future Development of Societies. **Journal of Materials Processing Technology**, n. 175, p. 133–148, 2006.

FALLER, R. R.; **Engenharia e Design**: Contribuição ao estudo da seleção de materiais no projeto de produto com foco nas características intangíveis. (Dissertação de Mestrado) - PPGEM-UFRGS, 2009.

FIELD, F.R., CLARK, J.P., ASHBY, M.F. Market Drivers for Materials and Process Development in the 21st Century. **MRS BULLETIN**. 2001.

GERHARDT, E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Universidade Aberta do Brasil – UAB / UFRGS, Curso de Graduação Tecnológica – **Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS**. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

G1 GLOBO. **Leite Moça lança lata com abridor e aposenta embalagem 'acinturada'**. Economia. Negócios. Notícias. Publicado em mai. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/2014/05/leite-moca-lanca-lata-com-abridor-e-aposenta-embalagem-acinturadaa.html>>. Acesso em: mar. 2017.

KARANA, E.; BARATI, B.; ROGNOLI, V.; VAN DER LAAN A. Z. Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences. **International Journal of Design**, v.9, n.2, 2015.

KARANA, E. PEDGLEY, O.; ROGNOLI, V. Introduction to Materials Experience. In: **Materials Experience: Fundamentals of Materials and Design**, Elsevier, p. xxv–xxxiii, 2014.

KARANA, Elvin; HEKKERT, Paulo. User-Material-Product Interrelationships in Attributing Meanings. **International Journal of Design**, v.4, n.3, p. 43-52, dez. 2010.

KARANA, Elvin; HEKKERT Paul; KANDACHA Prabhu. A tool for meaning driven materials selection. **Materials & Design**. Elsevier. v. 31, p. 2932–2941, 2010.

KARANA, Elvin; HEKKERT Paul; KANDACHA Prabhu. Material considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers. **Materials & Design**, Elsevier. v. 29, n.6, p. 1081-1089, 2008.

KINDLEIN, W.; GUANABARA, A. S. 2006. A Importância do Binômio Design e Engenharia como Catalisador de Inovação. In: **7º Congresso de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, P&D2006, Curitiba, p. 1-10, 2006.

MATERIABRASIL. **Materioteca**. Disponível em; <<http://www.materiabrasil.com/explore>>. Acesso em: dez. 2016.

MATERIALS CONNEXION. **Inspire**. Disponível em: <<http://www.materialconnexion.com/Inspire/tabid/867/Default.aspx#1>>. Acesso em: dez. 2015.

MATERIO. **Showrooms**. Disponível em:< <https://materio.com/>>. Acesso em: dez. 2015.

MESSER, M.; PANCHAL, J. H.; ALLEN, J. K.; McDOWELL, D. L.; MISTREE, F. A Function-based approach for integrated design of material and product concepts. **Proceedings of IDETC/CIE 2007. ASME 2007 International Design Engineering Technical Conferences & Design Automation Conference**. September 4-7, 2007, Las Vegas, Nevada, USA, 2007.

MORAES, Dijon. **Limites do Design**. 2ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999

NAVARRO, R.F. A evolução dos materiais Parte1: da Pré-história ao início da era moderna **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**. v.1, n.1, p. 01-11, 2006.

ONO, M. M. Design, Cultura e Identidade, no contexto da globalização. **Revista Design em Foco**. Universidade do Estado da Bahia, Bahia, v.1, p.1, p. 53 - 66. 2004.

OSLON, G. B. Beyond Discovery: Design for a New Material World. **Calphad**, v. 25, n. 2, p. 175-190, 2001.

ROTHER, E. T.. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta paul. enferm.[online]**. v.20, n.2, p.V-VI, 2007.

SANT'ANNA, José Alex P. **Subsídios para Seleção de Materiais Poliméricos Termoplásticos**. São Paulo, Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia, 2007.

TAMBINI, Michael. **O design do século**. São Paulo: Ática, 1996.

TRANSMATERIAL. Disponível em: <<http://transmaterial.net/>>. Acesso em: Dez. 2015.

van KESTEREN, I.E.H. Product designers' information needs in materials selection. **Materials & Design**. v.29, n.1, p.133-145, 2008.

VERGHESE, G. Strangers in a Material World mapping the application of new materials and risk in the design process, **IDEA International Conference**, Inhabiting Risk, Wellington, New Zealand; jun. 2007.

VERGHESE, G. Material Change Agents And Their Dangerous Ideas. In book: **Interior Tactics, Interior Tools** 2008, Chapter, Publisher: Libri Publishing, Oxfordshire, Editors: Gigli, J, Hay, F, Hollis, E. Milligan, A, Milton, A, Plunkett, D., 2008.