

Materiais para Móveis – Proposta de Classificação

Materials for Furniture: Classification Proposal

Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. - UFSC - Virtuhab

pcferroli@gmail.com

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. - UFSC - Virtuhab

lisiane.librelotto@gmail.com

Emanuele de Castro Nascimento – UFSC - Virtuhab

emanuele.cn@hotmail.com

Franchesca Medina – UFSC - Virtuhab

fr.medn@gmail.com

Resumo

A classificação dos materiais aumenta em complexidade à medida que novos materiais são constantemente lançados no mercado. O projetista de móveis, em geral designer ou arquiteto, precisa manter-se atualizado com o surgimento de novos painéis de madeira transformada, novos compósitos, novas ligas metálicas para ferragens, e assim por diante. A escolha dos materiais é um momento crucial no projeto, pois marca a transição entre o projeto conceitual para o projeto real. As classificações atualmente disponíveis são generalistas e, a rigor, servem para qualquer produto. No entanto, a prática mostra uma dificuldade na seleção dos materiais mais adequados considerando a área específica de cada projeto. O presente artigo demonstra inicialmente a dificuldade oriunda das tabelas disponíveis, mostra estudos de caso em projetos de móveis e por fim apresenta uma proposta de classificação com foco no design de móveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Materiais; Classificação; Design

Abstract

Classification of materials increases in complexity each time new materials are created. The furniture designer is usually a designer or an architect. It needs to keep up with the emergence of new materials. These are transformed wood panels, new composites, new metal alloys for hardware, and so on. The choice of materials is a very important moment in the project. It marks the transition between the conceptual design for the actual project. The currently available classifications are generalist. In theory they fit for any product. However, the practice shows a difficulty in selecting the most appropriate materials considering the specific area of each project. The present article initially demonstrates the difficulty coming from the available tables. In the sequence, it shows case studies in furniture designs. In the end, presenting a classification proposal focusing on furniture designs.

Keywords: Sustainability; Materials; Classification; Design

1. Introdução

Autores como Callister Júnior e Rethwisch (2016), cujo livro chegou à nona edição, apresentam uma visão completa detalhada sobre materiais e são utilizados em praticamente todos os cursos de engenharia, design e arquitetura do país. Para os autores, a classificação tradicional inicia pelo agrupamento dos materiais em três grandes grupos: metais, cerâmicas e polímeros. Esta maneira inicial está baseada principalmente na composição química e na estrutura atômica dos materiais de base. Na parte referente aos polímeros, os autores dividem em sintéticos e naturais, englobando neste segundo subgrupo aqueles derivados de plantas ou animais como madeiras, bambu, borracha, algodão, couro, seda, lã, fibras naturais de rami, cânhamo, coco, etc..

Materiais novos decorrentes de tecnologias contemporâneas e muitos ainda em fase de estudo de suas reais possibilidades práticas são colocados em três grupos à parte: compósitos, semicondutores e biomateriais. Destes, o grupo dos compósitos apresenta uma subdivisão com materiais já bastante conhecidos como os diversos tipos de concretos e fibras mistas, como as de vidro, carbono e kevlar, dentre outros. Manzini (1993) explicou, já há algum tempo, que o surgimento constante de novos materiais obriga a uma contínua reorganização da classificação dos mesmos. As tentativas de classificação objetivam organizar propriedades, pontos fortes, limitações e exemplos de uso, facilitando o processo de seleção de materiais.

A tabela periódica conta atualmente com 118 elementos (para efeitos práticos, é apresentada com 102). Alguns desses são conhecidos há séculos, e usados abundantemente na obtenção de materiais. A dificuldade da classificação dos materiais pode ser exemplificada tomando-se, por exemplo, o aço. Sendo uma liga binária constituída por Ferro e Carbono, por si só é subdividida em vários tipos diferentes, com características únicas de dureza, resistência mecânica, maleabilidade e ductilidade, dentre outras. Isso somente alterando-se a quantidade de carbono. Os chamados aços carbono subdividem-se num amplo grupo de materiais, onde a variação é tão somente uma pequena porcentagem de Carbono, oscilando de 0,10 a 1,1%, que origina algumas ligas bem conhecidas no chão de fábrica: SAE 1010, SAE 1020, SAE 1045 (CHIAVERINI, 2012). A diferença de uso prático entre um aço do tipo 1020 e um aço do tipo 1045, cuja variação de Carbono é de apenas 0,25% ilustra com clareza a dificuldade em se conseguir uma classificação eficaz.

Ao se acrescentar outros elementos de liga no aço o universo de materiais disponíveis aumenta consideravelmente, com os denominados aços-liga. Dentre estes, se destacam os aços inoxidáveis (que variam em tipo de acordo com a inclusão de Cromo, Níquel e Molibdênio), os aços rápido para usinagem (com tipos variados dependendo da quantidade de inclusão de tungstênio, vanádio, cobalto, e outros elementos), aços para estampagem profunda (subdivididos em vários grupos conforme a inclusão de nióbio, silício, potássio, alumínio, etc.), e assim por diante. Somente em 2017 estima-se que foram testados mais de 300 novos tipos de aços em institutos de pesquisa. Destes, é provável que apenas uma pequena porcentagem seja disponibilizada para fins industriais (www.azom.com).

Nove elementos da última versão da tabela periódica disponível em Greay (2011), com número atômico entre 101 a 109 constituem um grupo de elementos sobre os quais se afirma não haver aplicações, mas pelo menos já houve uma quantidade visível do elemento criado em laboratório. São elementos praticamente desconhecidos do grande público, como

Dúbnio, Seabórgio e Meitnério. E também existem outros nove (com números atômicos entre 110 a 118) que embora tenham sido descobertos por cálculos teóricos, não se pode afirmar que de fato existam. Contudo, os químicos acreditam que no futuro estes elementos poderão ser ligados aos já conhecidos, originando materiais que não se pode prever do que serão capazes. Um destes, o mais promissor até agora em termos teóricos, é o elemento Cn (Copernício), de número atômico 112. (GRAY, 2011).

Ferrolli e outros (2017) apresentam uma tabela classificatória de materiais (tabela 1), com o intuito de facilitar o processo de seleção. Serve de base para o início do processo, cujo método está demonstrado no site da Materioteca de Produtos Sustentáveis da UFSC, (<http://materioteca.paginas.ufsc.br/>) e está em constante adaptação. Estabelecendo-se uma relação com a sistemática empregada nos projetos em design (pré-concepção, concepção e pós-concepção) as tabelas são mais indicadas para as etapas metodológicas da concepção.

Quadro 1	Madeiras naturais, transformadas e para revestimentos	Quadro 2	Papéis, cartões e papelão
Quadro 3	Metais ferrosos (aços e ferros fundidos)	Quadro 4	Metais não ferrosos (ligas)
Quadro 5	Materiais sinterizados – Metalurgia do pó	Quadro 6	Polímeros- plásticos (commodities, de engenharia, de alto desempenho)
Quadro 7	Polímeros – blendas	Quadro 8	Polímeros – adesivos
Quadro 9	Cimentos, concretos e agregados	Quadro 10	Cerâmicas (comuns) e Vidros
Quadro 11	Materiais naturais (gemas, pedras, couro, lã, e outros)	Quadro 12	Fibras naturais (rami, sisal, juta, coco, etc.) e fibras artificiais
Quadro 13	Borrachas naturais e sintéticas	Quadro 14	Óleos e graxas
Quadro 15	Tintas e vernizes	Quadro 16	Materiais de nano tecnologia
Quadro 17	Compósitos avançados	Quadro 18	Outros materiais não incluídos nos quadros anteriores

Tabela 1 – Classificação de materiais tendo por base a FEM – Ferramenta de Escolha de Materiais.

Fonte: Ferrolli e outros (2017)

As tabelas são complementadas por amostras físicas, que permitem ao usuário a experimentação tátil. A figura 1 ilustra um conjunto de amostras da materioteca e a maneira usual de exposição.

As fichas de cada material apresentam uma breve introdução do material, focando na ACV (Análise do Ciclo de Vida). Seguem conceitos básicos, propriedades, características,

um breve histórico do material e tipos principais, classificados de acordo com normas nacionais e internacionais (SAE, ASTM, DIN, NM, ISO, etc.).



Figura 1 – Exemplo de amostras da materioteca. Fonte: elaborado pelos autores.

Na área do design mobiliário, designers como Philippe Stark, Enzo Mari, Fernando e Humberto Campana, Alvar Aalto, Tom Dixon e outros se utilizam de materiais muito diversos nos seus projetos. A visão simplista do emprego de materiais tradicionais como madeira para o corpo dos móveis, tecidos para estofamento e metais nas ferragens, corriqueiramente usada nas descrições projetuais dos catálogos, não mais se aceita no mobiliário moderno, ou seja, é necessário um maior detalhamento de especificação. Especialmente na atualidade, com um público cada vez mais atento às questões ambientais e de sustentabilidade como um todo, a descrição de origem, procedência e artificialidade dos materiais usados podem ser determinantes na tomada de decisão de compra.

Cientes disto, designers da atualidade procuram cada vez mais empregar materiais naturais ou com menores impactos ao meio ambiente. Os constantes lançamentos de novos materiais e os empregos dos denominados materiais alternativos aumentam ainda mais o campo de estudo dos materiais para móveis. Materiais como bambu, fibra de coco, sisal, cânhamo, costaneiras, etc. estão cada vez mais presentes no mobiliário. A maioria destes materiais ainda carece de informações precisas e confiáveis. Enquanto que as pesquisas relacionadas aos materiais tradicionais exigem laboratórios de última geração, ambiente controlado e mão-de-obra especializada, além de valores elevados de investimento, essa não é necessariamente a realidade quando se trata de materiais alternativos, cujos “estudos de caso” são descritos muitas vezes em blogs ou sites não especializados.

Este artigo discute a problemática primeiramente da complexidade das tabelas de classificação gerais de materiais, discorre sobre sua inadequabilidade para a área específica de mobiliário, demonstra alguns estudos de caso com projetos de móveis e a escolha dos materiais e por fim propõe uma classificação de materiais específica para mobiliário.

2. Materiais no Design

O passar dos anos aumentou a importância dos materiais dentro do design. Somente considerando os últimos três anos, foram lançados pelas principais editoras brasileiras 23 livros cujo tema é materiais e processos, relacionados ao design, arquitetura ou engenharia, além do grande número de artigos científicos publicados em anais de eventos e periódicos.

O grupo de materiais denominados tradicionais, que independente da autoria costuma incluir madeiras, metais, plásticos e cerâmicas continua tendo prioridade, embora não tão acentuada como em publicações mais antigas. Cabe destacar que a prioridade é mais acentuada em livros do que em artigos, obviamente, tendo em vista o foco de cada publicação e o tempo médio decorrido na editoração dos manuscritos originais.

Na parte referente a metais ferrosos, pouco não se encontra na sétima edição de Chiaverini (2012), que apresenta detalhadamente a influência dos elementos químicos adicionados à liga base Fe-C, além de tratamentos térmicos e superficiais. Diferente das primeiras edições, em que o enfoque era basicamente aços e ferros fundidos, nas versões mais recentes os metais não ferrosos estão cada vez mais presentes. Contudo, ainda há uma ênfase muito grande em materiais de construção mecânica, e para designers que buscam informações sobre ligas leves envolvendo cobre, estanho e metais nobres, por exemplo, não é a fonte de consulta mais indicada. Já Barbosa (2014) supre a carência na maioria dos metais não ferrosos, abordando ligas de alumínio, cobre, níquel, titânio, magnésio, estanho, chumbo, zinco, cobalto, zircônio e nióbio. No entanto, não aborda, metais preciosos, que continuam sem uma referência principal, exceto pequenas notas em livros de joalheria.

Quando o assunto é plástico, as obras de Eloisa Mano são referências usadas em todos os cursos universitários do país (MANO e MENDES, 1999, 2000; MANO, 1991, dentre outros), além de Albuquerque (2001) e dos títulos disponibilizados pelo Instituto Avançado do Plástico, que oferece uma vasta coletânea de obras técnicas, abordando plásticos commodities, industriais, polímeros de alta performance, aditivos, blendas e compósitos poliméricos. A maioria das publicações, contudo, é demasiadamente voltada para engenharia química, de materiais ou química industrial, e o designer não encontra o que de fato lhe interessa para o projeto.

A madeira também é contemplada em muitas publicações, e no design as mais usadas são Pereira (2013), que apresenta um panorama geral com características técnicas e estéticas de árvores brasileiras e SENAI (2014), cuja ênfase no design de mobiliário a torna uma importante fonte de consulta.

Ainda se tem autores como Ashby e Johnson (2014), que além do livro abrangente com todos os grupos de materiais, desenvolveram em parceria com outros pesquisadores o software Granta Design (<https://www.grantadesign.com>), que dentre outras coisas permite ao designer uma análise visual comparativa entre atributos quantitativos e qualitativos de diversos materiais (metais não ferrosos, ferrosos, polímeros, fibras, cerâmicos, etc.).

Revistas científicas e anais de eventos complementam o estado da arte apresentando as principais novidades do setor, com a constante inclusão de novos elementos químicos na busca de ligas metálicas e poliméricas de alta durabilidade e resistência, preferencialmente com baixo custo e peso. Engenheiros e designers que tiveram sua graduação nos anos 1990 ou menos precisam estar atentos às mudanças no mercado de materiais, onde a inclusão de

elementos como Escândio (Sc), Estrôncio (Sr), Zircônio (Zr), Nióbio (Nb), Neodímio (Nd) dentre outros ligados com Alumínio (Al) e outros metais mais conhecidos estão se tornando tão comuns e usuais como as ligações metálicas mais tradicionais envolvendo Titânio (Ti), Vanádio (V), Cromo (Cr), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Molibdênio (Mo) e assim por diante.

Do mesmo modo, as novidades científicas no campo dos plásticos são documentadas em elevada quantidade. Publicações técnicas de indústrias e universidades como, por exemplo, a revista mensal Plástico Industrial (<http://www.arandanet.com.br/revista/pi>), entre outras, apresentam regularmente novidades de novas formulações poliméricas, blendas, misturas, compósitos, co-polímeros e aditivos. Uma vez que os produtos fabricados com materiais poliméricos não biodegradáveis estão atualmente sofrendo uma série de restrições ambientais, os biopolímeros, polímeros biodegradáveis e os “polímeros verdes” tem se tornado um mercado em expansão. O mesmo vale para as cerâmicas avançadas, cermets e compósitos. Fabricadas de óxidos, carbetos, nitretos, etc., as técnicas de metalurgia do pó elevaram estes materiais a um nível de utilização que ocasionaram o barateamento e consequentemente o acréscimo de oferta de produtos fabricados.

A manipulação laboratorial ou fabril de elementos químicos adicionados em ligas de aço, alumínio, ligas poliméricas ou cerâmicas inibe ou mesmo inviabiliza tentativas amadoras. Isso não ocorre com a manipulação de materiais como casca de árvore, junta, fibra de coco, cana de açúcar, crina de cavalo e mesmo o bambu. A facilidade de processamento e obtenção do material, possibilidade de utilização de maquinário comum de oficina, falta de normalização ABNT padronizando processos e acesso ao material in natura facilitam a livre experimentação. Outro aspecto a ser observado diz respeito ao tempo de pesquisa e desenvolvimento a que o material está submetido. Enquanto que os materiais tradicionais possuem um histórico de mais de 200 anos de pesquisas, muitas das pesquisas de materiais alternativos contam de poucos anos, no máximo algumas décadas.

2.1 Design de Móveis - Designers, Projetos e Materiais.

Tradicionalmente móveis remete a madeiras. Esta visão popular está diretamente relacionada ao uso histórico da madeira no mobiliário. Desde os primeiros registros da história do mobiliário, com poucas exceções, os móveis do antigo Egito, Império Romano, Renascimento, clássicos europeus (França, Inglaterra e Portugal entre outros) passando pelos movimentos do século XX (Arts and Crafts, Art Nouveau, Bauhaus, etc.) tem, na madeira, seu material principal. Também é influenciada pelo fato de se considerar como móvel apenas os encaixados no grupo de mobiliário residencial. Somente posteriormente se passou a incluir outros tipos de mobiliário, principalmente o urbano.

Primeiramente então é necessário separar-se os grupos de mobiliário que aqui serão considerados. Estes grupos foram definidos considerando principalmente os aspectos de uso do móvel:

(1) Mobiliário residencial: projetado para uso interno, com poucos usuários (em geral núcleo familiar e convidados), com ambiente não agressivo e pouco sujeito a intempéries.

(2) Mobiliário condominial interno: projetado para uso interno, mas com muitos usuários (pousadas, escolas, restaurantes, etc.). O ambiente não é tão agressivo, pouco sujeito a

intempéries, porém o material está mais sujeito ao desgaste pelo uso compartilhado e mais intenso.

(3) Mobiliário condominial externo: projetado para uso externo, com muitos usuários, em ambiente com público controlado (varandas, decks, sacadas, etc.). Com ambiente agressivo, sujeito a intempéries e desgaste pelo uso compartilhado e intenso.

(4) Mobiliário urbano: projetado para uso externo, com muitos usuários, em ambientes com público de livre acesso (praças, passarelas, pontes, estacionamentos, etc.). Ambiente agressivo, sujeito a intempéries e possibilidade de vandalismo, com uso intenso.

O estudo do mobiliário mediante projetos de designers reconhecidos pode demonstrar a evolução e o uso de determinados materiais conforme a época em que foram projetados. Enzo Mari projetou em 1971 uma série de móveis como o sofá-cama Day Night e a poltrona Sof Sof, ambas com estrutura metálica (aço de médio carbono). Essa tendência manteve-se inalterada durante toda a década de 1970, quando o designer utilizava basicamente metais e madeiras. Em 1980, o projeto Zanotta foi produzido com assento de PA (Poliamida - nylon). Enzo Mari não se aventurou no universo dos materiais alternativos, como ilustra sua famosa série de vasos Bambu, lançados em 1969, que na verdade eram fabricados em Policloreto de Vinila - PVC. (GIORGI, 2012).

Philippe Starck pertence ao grupo de designers contemporâneos e quando projeta móveis costuma utilizar-se de materiais modernos. Exemplos disso é a cadeira Louis Ghost, de 1999, a cadeira Mr. Impossibile, de 2007 e a cadeira Mi Ming, de 2008. Todas em Policarbonato (PC) transparente ou pigmentado, com variações em PETG. O designer utilizou de materiais alternativos, especialmente na cadeira Lou Read, de 2011, cuja estrutura em resina é coberta por couro cru e principalmente na cadeira Zartan, também de 2011, toda construída com bambu e coberta por linho e cânhamo. (MOROZZI, 2012).

No Brasil, Perrone (2012) apresenta as principais obras de Fernando e Humberto Campana. Os designers iniciaram seus trabalhos na área mobiliária por volta de 1988 com as cadeiras “positivo e negativo”, ambas de ferro fundido, que deram origem a série denominada “desconfortáveis”, fabricadas todas com o mesmo material, sem preocupação com o acabamento. Em 1991, lançaram a cadeira Favela, feita com pedaços de pinus. Os irmãos Campana são exemplos de designers que utilizam abundantemente de materiais alternativos, como se pode notar nos projetos Cadeira Vermelha (1993), Poltrona Plástico Bolha (1995), Mesa Tatto (1999), cuja tampa é construída com tampas de ralo de PVC, Poltrona Jacaré (2002), Cadeira Célia (2004) feita de OSB e o Banco de Vime, de 2008.

Eero Saarinen, Vico Magistretti, Ettore Sottsass e Gio Ponti são exemplos de designers de móveis famosos dos anos 1940-1950. Percebe-se que, por mais inovadores que fossem seus projetos, os materiais em geral eram madeira de compensado ou natural, fibra de vidro e alumínio (Eero Saarinen), madeira compensada, assentos de palha e fibra de vidro (Vico Magistretti), madeira natural, especialmente Louro Preto e Nogueira, vidro e laminados (Ettore Sottsass) e madeira natural, vidro e aço (Gio Ponti).

Designers nascidos nas décadas de 1950 e 1960 tiveram um início de educação sustentável. Como explicam Ramalho e Santos (2015), na época da I Guerra Mundial (1914-1918) surgiram as primeiras ações políticas de proteção ao meio ambiente, que a rigor foram criação de áreas de proteção ambiental. Na II Guerra Mundial (1939-1945), o grande uso de

substâncias químicas, culminado pela detonação das bombas em Hiroshima e Nagasaki, mostrou que o ambiente é uma das grandes vítimas das guerras humanas.

Em 1948 foi fundada a primeira organização mundial de proteção à natureza, a IUCN (International Union for Conservation of Nature). Mas foi somente em 1972 que aconteceu a UNCHE, em Estocolmo, primeira conferência mundial do meio ambiente, onde foi estabelecido o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – UNEP. Os conceitos e discussões dessa conferência originaram em 1984 a disseminação do conceito “desenvolvimento ecologicamente sustentado”, na época em que estes designers estavam se graduando. Em 1992, no Rio de Janeiro foi realizada a RIO-92, que estabeleceu diretrizes e metas claras para o desenvolvimento sustentável, com objetivos, limites e prazos concretos para ações em todos os âmbitos da sociedade. Durante a Conferência foi redigida a Agenda 21. Entretanto, a análise dos projetos dos designers nascidos entre 1950 e 1960 mostra que a questão ambiental impactou pouco nas escolhas de materiais. Essa realidade é um pouco diferente nos designers nascidos nas décadas de 1970 em diante.

Neri (2012) apresenta os melhores projetos de Jasper Morrison, onde se percebe o uso de madeiras naturais de espécies não ameaçadas e cortiça em alguns projetos, por exemplo, a Plywood Chair de 1988, o projeto Universal System de 1990 e o projeto Socrates, de 2004. Outros projetos, contudo, foram realizados com materiais convencionais, como a Low Pad de 1999 produzida em PU, a Air-Chair de 1999 fabricada em Polipropileno (PP) e fibra de vidro e a Trattoria Chair, de madeira natural e Lexan (PC).

Antonio Citterio utiliza muito alumínio, PMMA (acrílico), PC e vidro temperado em seus projetos. Em 2005, com o projeto J.J., composto de duas poltronas, utilizou de pele de cordeiro da Mongólia de pelo longo, num exemplo criticado de uso de material alternativo (CAPITANUCCI, 2012).

Ron Arad parece ter sofrido pouco o apelo da busca por materiais alternativos, pois suas obras mais conhecidas empregam abundantemente materiais convencionais. Os projetos Well Temperad Chair, de 1986, Big Easy de 1988 e After Spring-Before Summer, de 1992 são todos produzidos em aço inoxidável. Outro material de sua preferência parece ser o Policarbonato, usado no projeto Bookworm, de 1995, e Polietileno de Alta Densidade (PEAD), usado nos projetos Victoria and Albert de 2000, Driade e Ripple Chair, ambos de 2005 e Vuido, em 2006. (GALLI, 2012).

Tom Dixon é o designer criador da S-Chair, de 1991, vencedora de muitos prêmios e hoje exposta na coleção permanente do museu de arte moderna de Nova York. O projeto original, de estrutura em aço carbono zincado, é revestido de vime ou feltro. Versões posteriores revestem a cadeira com couro ou tecido. Tom Dixon usa muito aço nos seus projetos, como a Pylon Chair (1992), Link Easy Chair (2006) e a série Flame Cut (2008). A Extruded Chair, de 2007 inova ao utilizar-se de PETG (COLACI e RUI, 2012).

Após vários projetos utilizando diversos materiais, Michele De Lucchi (BIAMONTI e CORRADI, 2012) lançou, em 2005, a coleção O Design da Madeira. De acordo com o designer, o objetivo seria um resgate a madeira como material clássico para mobiliário, valorizando-a. Após anos sendo substituída por ligas metálicas, compósitos e fibras, ou mesmo sendo coberta por películas plásticas, a madeira volta, de acordo com De Lucchi, ao seu lugar original como principal material da indústria moveleira.

3. Proposta de Classificação de Materiais para Mobiliário

Considerando o exposto até o momento, verifica-se que o modo como os materiais são classificados não atende as expectativas e necessidades dos designers de móveis. As tabelas de classificação são, em geral, muito complexas e abordam materiais que não são usados para a finalidade específica aqui estudada.

O primeiro momento para a proposta da classificação foi a divisão entre as categorias de móveis descritas anteriormente: residencial, condominial interno, condominial externo e urbano. Algumas subcategorias encontradas na bibliografia, como, por exemplo, os denominados móveis nômades (SOUZA, 2016), são incluídas em um destes grupos.

Para a classificação dos materiais foram estudadas propriedades, características gerais, pontos fortes, limitações e exemplos cotidianos de uso de cada material. Na medida do possível, sempre que havia disponibilidade, foram analisadas amostras físicas dos materiais no sentido de verificar características subjetivas, como questões táteis (maciez, aspereza, sensação térmica ao toque), beleza, cheiro, etc. A figura 2 mostra um conjunto de amostras vistas de topo, objetivando a comparação visual. Este tipo de análise permite que se observe, por exemplo, a necessidade do acabamento posterior.



Figura 2 – Amostras para análise de questões subjetivas. Fonte: elaborado pelos autores.

Para a composição final das tabelas, a figura 3 ilustra o procedimento adotado. Após a separação inicial em grupos de mobiliário, o próximo passo foi uma pesquisa no mercado de oferta de materiais, levando-se em consideração fatores como facilidade de fabricação, grau de especialização necessário da mão-de-obra, maquinário, custos diretos de aquisição e transporte, custos indiretos, quantidade de fornecedores, regionalismo, oferta, demanda, legislação ambiental, fator de reciclagem, análise do ciclo de vida, questões estéticas (textura, brilho, etc.), e conforto e segurança no uso (aspectos ergonômicos).

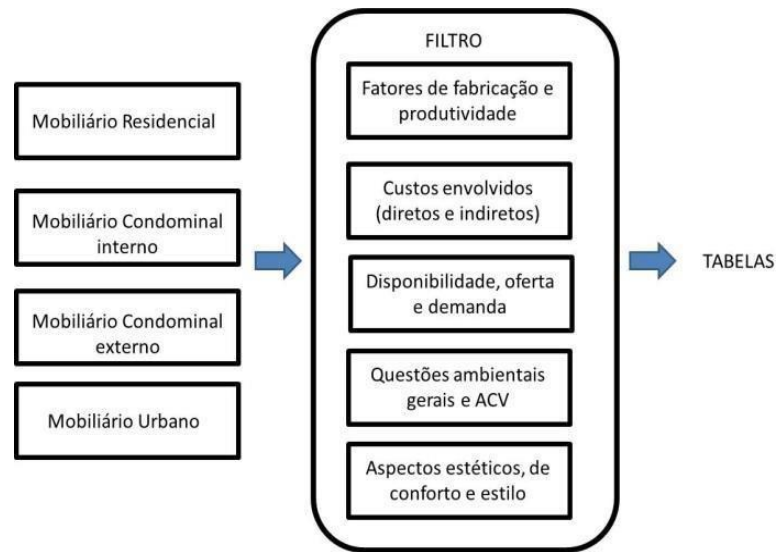


Figura 3 – Método adotado para classificação. Fonte: elaborado pelos autores.

Os quadros mostrados na tabela 1 deste artigo foram usados como ponto de partida para a elaboração da proposta. A análise primária reduziu de 18 para 7 quadros, sendo estes: (1) Madeiras naturais e transformadas; (2) Metais; (3) Materiais plásticos; (4) Vidros e cerâmicas; (5) Compósitos; (6) Materiais para revestimento; (7) Materiais alternativos

Após esta primeira etapa, os materiais foram classificados de acordo com o grupo sugerido e foram adotados critérios subjetivos para dimensionar os fatores. Os fatores foram originados da ferramenta FEM – Ferramenta Auxiliar para Escolha de Materiais, de Ferroli e Librelotto (2012), que são: fabris e produtivos; mercadológicos e sociais; econômicos e financeiros, estéticos e de apresentação do produto, ergonômicos e de segurança e ecológicos (ambientais). A tabela 2 mostra o resultado da pesquisa aplicada no grupo 1 – madeiras naturais e transformadas para mobiliário residencial; a tabela 3 mostra o resultado da pesquisa aplicada no grupo 1 para mobiliário condominial interno e a tabela 4 mostra o resultado da pesquisa no grupo 1 para mobiliário condominial externo. Devido a limitação do espaço, neste artigo se apresentará apenas esse grupo. As demais tabelas estão disponíveis no site <http://materioteca.paginas.ufsc.br/>.

		MADEIRAS NATURAIS E TRANSFORMADAS					
MOBILIÁRIO RESIDENCIAL		FATORES DETERMINANTES					
		FABRIS E PRODUTIVOS	MERCADOLÓGICOS	ECONÔMICOS	ESTÉTICOS	ERGONÔMICOS E DE SEGURANÇA	AMBIENTAIS (ECOLÓGICOS)
NATURAIS	Pinus	*****	*****	*****	**	***	***
	Cipreste	****	****	****	***	***	***
CONÍFERAS	Cedrinho	****	****	****	***	***	***
	Zimbro	**	**	**	****	**	**
NATURAIS	Pau-marfim	*****	****	****	****	****	****
	Peroba-rosa	****	***	***	****	****	**
FRONDOSAS	Canela	**	**	****	***	***	***
	Amendoim	**	**	**	***	***	***
	Cedro	**	**	**	****	****	***
	Cerejeira	*****	*	*	*****	****	*
	Uva do Japão	*****	***	***	****	***	****
TRANSFORMADAS	Compensado laminado	****	****	****	***	***	***
	Compensado sarrafiado	****	****	****	**	***	***
	MDP	**	****	****	****	***	***
RECONSTITUÍDA	Sofboard núcleo de PU	***	**	****	***	****	**
INFLADA	Sofboard núcleo de EPE	***	**	**	***	***	***
MADEIRA	Agglomerado BP	**	****	****	**	**	**
AGLOMERADA	Agglomerado especial	**	****	****	***	***	**
AGLOMERADO	MDF ST	*****	****	****	****	***	***
DE MÉDIA	MDF MR (umidade)	*****	****	**	****	****	***
DENSIDADE	MDF FR (contra chama)	*****	****	**	****	****	***
	MDF HD (resistência)	*****	****	****	****	****	***
OSB	OSB 3	***	***	****	**	***	***

Tabela 2 – Classificação de materiais para mobiliário – madeiras naturais e transformadas – parte 1 – mobiliário residencial. Fonte: elaborado pelos autores.

		MADEIRAS NATURAIS E TRANSFORMADAS					
MOBILIÁRIO CONDOMINIAL INTERNO		FATORES DETERMINANTES					
		FABRIS E PRODUTIVOS	MERCADOLÓGICOS	ECONÔMICOS	ESTÉTICOS	ERGONÔMICOS E DE SEGURANÇA	AMBIENTAIS (ECOLÓGICOS)
NATURAIS	Pinus	*****	*****	*****	**	***	***
	Bétula	****	***	****	****	****	****
CONÍFERAS	Cipreste	****	****	****	***	***	***
	Cedrinho	****	****	****	***	***	***
	Pau-marfim	*****	****	**	***	***	***
	Peroba-rosa	****	***	**	****	****	**
	Canela	**	**	****	***	***	***
	Amendoim	**	**	**	***	***	***
	Carvalho	**	**	**	***	****	**
	Louro Faia	**	**	****	***	****	**
NATURAIS	Teca	****	****	**	****	****	***
FRONDOSAS	Jacarandá	****	**	****	****	****	*
	Salgueiro	****	**	****	****	****	***
	Limoeiro	****	****	**	****	****	***
	Nogueira	****	****	**	****	****	***
	Cedro	**	**	**	****	****	***
	Cerejeira	*****	*	*	*****	****	*
	Uva do Japão	*****	***	**	****	***	****
TRANSFORMADAS	Compensado laminado	****	****	****	***	***	***
	Compensado sarrafiado	****	****	****	**	***	***
	MDP	**	****	****	****	***	***
RECONSTITUÍDA	Sofboard núcleo de PU	***	**	****	***	****	**
INFLADA	Sofboard núcleo de EPE	***	**	**	***	***	***
MADEIRA	Agglomerado BP	**	****	****	**	**	**
AGLOMERADA	Agglomerado especial	**	****	****	***	***	**
AGLOMERADO	MDF ST	*****	****	****	****	***	***
DE MÉDIA	MDF MR (umidade)	*****	****	**	****	****	***
DENSIDADE	MDF FR (contra chama)	*****	****	**	****	****	***
	MDF HD (resistência)	*****	****	****	****	****	***
OSB	OSB 3	***	***	****	**	***	***

Tabela 3 – Classificação de materiais para mobiliário – madeiras naturais e transformadas – parte 1 – mobiliário condominial interno. Fonte: elaborado pelos autores.

MOBILIÁRIO CONDOMINIAL EXTERNO							
FATORES DETERMINANTES							
		FABRIS E PRODUTIVOS	MERCADOLÓGICOS	ECONÔMICOS	ESTÉTICOS	ERGONÔMICOS E DE SEGURANÇA	AMBIENTAIS (ECOLÓGICOS)
	Pinus autodavado	*****	*****	*****	**	***	***
NATURAIS	Cipreste	****	***	****	***	***	***
CONÍFERAS	Bétula	****	***	****	*****	****	****
	Cedrinho	****	****	****	***	***	***
	Canela	**	**	****	***	***	***
	Amendoim	**	**	**	**	**	**
	Carvalho	**	**	**	**	****	**
	Louro Faia	**	**	****	**	****	**
NATURAIS	Teca	****	****	**	*****	****	***
	Salgueiro	****	**	****	****	****	**
	Limoeiro	****	****	**	****	****	**
	Nogueira	****	****	**	****	****	**
	Cedro	**	**	**	****	****	**
	Cinamomo	****	**	**	****	**	****
TRANSFORMADAS	Compensado laminado	****	****	****	***	***	***
COMPENSADA	Compensado sarrafiado	****	****	****	**	***	***
	MDP	**	****	****	****	***	***
AGLOMERADO	MDF ST	*****	****	****	****	***	***
DE MÉDIA	MDF MR (umidade)	*****	****	**	****	****	**
DENSIDADE	MDF FR (contra chama)	*****	****	**	****	****	***
	MDF HD (resistência)	*****	****	****	****	****	**
OSB	OSB 4	**	**	****	**	***	***

Tabela 4 – Classificação de materiais para mobiliário – madeiras naturais e transformadas – parte 1 – mobiliário condominial externo. Fonte: elaborado pelos autores.

4. Considerações Finais

Este artigo teve por finalidade mostrar o desenvolvimento de tabelas para escolha de materiais com foco no design de mobiliário, considerando quatro tipos: residencial, condominial interno, condominial externo e urbano. Demonstrou inicialmente um histórico do uso de materiais tradicionais no design mobiliário, gradativamente sendo substituído ou complementado por materiais alternativos. Isso criou um problema para a seleção dos materiais, devido a diferença de dados informativos relevantes e confiáveis entre os diversos grupos de materiais.

Com base em aplicações anteriores, os autores desenvolveram sete tabelas práticas que buscam orientar o designer na escolha de seus materiais, estabelecendo correlações com fatores de fabricação, produtividade, estética, mercado, sociedade, meio-ambiente, ergonomia, segurança e custos. Os estudos preliminares de aplicação realizados até o momento indicam a necessidade de testar as tabelas nos quatro grupos de mobiliário, em pelo menos três a cinco materiais situações distintas de projeto. Estes testes já foram iniciados tendo como aplicação turmas de design de produto da universidade.

Referências

- ACOSTA, Caio Cesar Veloso; CARBONARI, Gilberto. **Laje Mista de Bambu-concreto leve: estudo teórico e experimental**. Mix Sustentável v. 3. n. 2, - edição especial V ENSUS, Abri 2017, p. 50-57.
- ALBUQUERQUE, Jorge Cavalcanti. **Planeta Plástico**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2001.
- BARATA, Tomás Queiroz Ferreira. **Design para sustentabilidade: projeto e produção em arquitetura e design**. Palestra – V ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto, Florianópolis, 2 – 4 de Maio de 2017.
- BARBOSA, Cássio. **Metais não Ferrosos e suas Ligas - Microestrutura, Propriedades e Aplicações**. Rio de Janeiro: e-papers, 2014.

- CALLISTER JR, William D, RETHWISCH, David G. **Ciência e Engenharia de Materiais** – uma introdução. 9 ed. Rio de Janeiro, LTC, 2016.
- CAPITANUCCI, Maria Vittoria. **Antonio Citterio**. São Paulo: Folha da Manhã, 2012 (Coleção Folha Grandes Designers volume 7).
- CARBONARI, Gilberto; SILVA JÚNIOR, Nelson M. da; PEDROSA, Nicolas Henrique; ABE, Camila Hiomi; SCHOLTZ, Marcos Ferreira; ACOSTA, Caio Cesar Veloso; CARBONARI, Luana Toralles. **Bambu – o aço vegetal**. Mix Sustentável vol. 3, n. 1, SetMarço 2017, p. 17-27.
- CHIAVERINI, Vicente. **Aços e Ferros Fundidos**. 7 ed. São Paulo: ABM, 2012.
- COLACI, Davide Fabio e RUI, Angela. **Tom Dixon**. São Paulo: Folha da Manhã, 2012 (Coleção Folha Grandes Designers volume 12).
- FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; VIDIGAL, Maria Fernanda; SETTER, Diogo Alessandro. Sistema de leitura integrada amostras – site para classificação de materiais numa materioteca interdisciplinar. In: V ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis, UFSC, 2-4 de Maio, 2017. Anais, p. 318-327.
- GALLI, Christian. **Ron Arad**. São Paulo: Folha da Manhã, 2012 (Coleção Folha Grandes Designers volume 10).
- GIORGI, Manolo. **Enzo Mari**. São Paulo: Folha da Manhã, 2012 (Coleção Folha Grandes Designers volume 2).
- GREAY, Theodore. **Os elementos: uma exploração visual dos átomos conhecidos no universo**. São Paulo: Blucher, 2011.
- LEFTERI, Chris. **Materiais em Design** – 112 materiais para design de produtos. Blucher: São Paulo, 2017.
- MANO, Eloisa Biasotto. **Polímeros materiais de engenharia**. São Paulo: Blucher, 1991.
- MANO, Eloisa Biasotto Mano e MENDES, Luís Cláudio. **Introdução aos polímeros**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2000.
- MANO, Eloisa Biasotto Mano e MENDES, Luís Cláudio. **Identificação de Plásticos, Borrachas e Fibras**. São Paulo: Blucher, 2000.
- MANZINI, Ezio. **A matéria da invenção**. Lisboa: Centro Português de Design, 1993.
- MOROZZI, Cristina. **Philippe Starck**. São Paulo: Folha da Manhã, 2012 (Coleção Folha Grandes Designers volume 1).
- NERI, Gabriele. **Jasper Morrison**. São Paulo: Folha da Manhã, 2012 (Coleção Folha Grandes Designers volume 8).
- PEREIRA, Andrea Franco. **Madeiras Brasileiras** – guia de combinação e substituição. Blucher: São Paulo, 2013.
- PERRONE, Carlos E. L. **Fernando e Humberto Campana**. São Paulo: Folha da Manhã, 2012 (Coleção Folha Grandes Designers volume 3).
- QUINTERO, Carlos Andrés Sánchez, SILVEIRA, Wilson Jesus da Cunha. **Desenvolvimento de uma ligação estrutural para construção com bambu Gradua**. Mix Sustentável v. 2 n. 1, Abril-Setembro 2016, p. 98-106.

SENAI-SP. **Madeira** – matéria-prima para o design. SENAI – São Paulo, 2014.

SOUZA, Carlos Eduardo. **Móveis nômades, é possível?** In Habitus Brasil, 2016. :
(<http://www.habitusbrasil.com>).