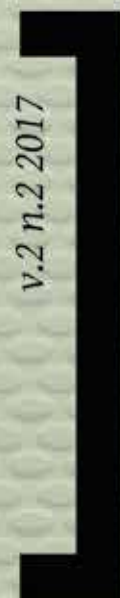


DESIGN,
ART AND
TECHNOLOGY

dat journal

v.2 n.2 2017



v.2 n.2 2017

DESIGN,
ART AND
TECHNOLOGY **dat**
journal

DATJournal é uma publicação do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Anhembi Morumbi. As opiniões expressas nos artigos assinados são de inteira responsabilidade de seus autores. Todo o material incluído nesta revista tem a autorização expressa dos autores ou de seus representantes legais.

<http://ppgdesign.anhembi.br/datjournal>

ISSN: 2526-1789



Universidade
Anhembi Morumbi
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES



LAUREATE
INTERNATIONAL
UNIVERSITIES*

Universidade Anhembi Morumbi

Reitor Paulo Roberto Inglese Tommasini

Escola de Ciências Exatas, Arquitetura e Design

Diretor Luciano Freire

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Design

Coordenadora Rachel Zuanon

Editores Agda Carvalho Gilberto Prado Gisela Belluzzo de Campos
Mirtes Marins Priscila Arantes Rachel Zuanon

Comissão Científica

Anna Mae Barbosa – Universidade Anhembi Morumbi
Cláudio Lima Ferreira – Universidade Anhembi Morumbi
Cristiane Mesquita – Universidade Anhembi Morumbi
Emilio Martinez – Universitat Politècnica de València [Espanha]
Fabio Gonçalves Teixeira – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
François Soulages – Université Paris 8 [França]
João Sobral – Universidade da Região de Joinville
Karen O'Rourke – Université Jean Monnet [França]
Luisa Paraguai Donati – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Maria Ledesma – Universidad de Buenos Aires [Argentina]
Maria Luisa Fragoso – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Milton Sogabe – Universidade Estadual Paulista/São Paulo
Monica Tavares – Universidade de São Paulo
Paulo Bernardino Bastos – Universidade de Aveiro [Portugal]
Paula Landim – Universidade Estadual Paulista/Bauru
Rosangella Leote – Universidade Estadual Paulista/São Paulo
Sara Diamond - Ontario College of Art & Design (OCAD) University [Canada]
Sérgio Nesteriuk – Universidade Anhembi Morumbi
Simone Osthoff – Pennsylvania State University [Estados Unidos]
Washington Lessa – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Capa Andréa Graciano

Equipe de Design Andréa Graciano, Danilo Braga

Biblioteca UAM Marli Cacciatori, Walkiria S. Cascardo

Secretaria PPG Antonia Costa

Sumário

- 1** Editorial
João Eduardo Chagas Sobral, Marli Terezinha Everling
- 3** A borracha sintética de chinelos descartados no design de produtos
Marcelo Forcato, Joner Dias, Anelise Dalberto, Guilherme Ortiz
- 19** Resíduos: a matéria-prima da indústria do futuro
Fabiano Trein, Aguinaldo Santos, Alexandre Vargas, Marco Antônio Rodrigues,
Ana Claudia Trein, Débora Barauna
- 34** Materiais e processos na indústria náutica: o delineamento de um desenvolvimento projetual
Marco Aurélio Schmidt, Marli Everling, Adriane Shibata Santos
- 52** Arte e técnica da marchetaria aplicada no design de mobiliário contemporâneo
Ardalla Viera, Danieli Nejeliski, Fernanda Rigo
- 66** Design, pedra, madeira e fibra natural: um experimento para o desenvolvimento de novos produtos
Karla Pacheco, Susana Paixão-Barradas, Almir Pacheco, Patrícia dos Santos, Magnólia Quirino
- 78** Caracterização e de nição de parâmetros de corte a laser em tubos de papelão: possibilidades de aplicação no design de produtos
Mariana Piccoli, Joyson Pacheco, Leonardo Brand
- 91** Materiais avançados no design à inovação a partir do século 21: contexto e significado
Debora Barauna, Silvana Souza, Michele Zamoner, Dalton Razera
- 108** Seleção de materiais para produtos de tecnologia assistiva: o caso de talheres adaptados para pacientes com distúrbios neurológicos
Graziela Moraes, Larissa Lima, Giselle Merino, Eugenio Merino
- 122** Experimentos biomiméticos e novas tecnologias digitais para o design de embalagem
Claudia Kayat, Claudio Magalhães

Sumário

144 Materiais híbridos: natureza têxtil em transformação

Márcia Bergmann, Cláudio Magalhães

159 Comparação de técnicas de prototipagem tradicional manual e sua importância para o design

Douglas Daniel Pereira, Jamille Lanutti, Luis Carlos Paschoarelli, Olympio Pinheiro

176 A abordagem de design e materiais no âmbito do PPGDesign/Univille

Victor Aguiar, Adriane Santos, João Sobral, Marli Everling

Summary

- 1 Editorial**
João Eduardo Chagas Sobral, Marli Terezinha Everling
- 3 Synthetic Rubber from Discarded Slippers in Product Design**
Marcelo Forcato, Joner Dias, Anelise Dalberto, Guilherme Ortiz
- 19 Waste: the raw material for the industry of the future**
Fabiano Trein, Aguinaldo Santos, Alexandre Vargas, Marco Antônio Rodrigues,
Ana Claudia Trein, Débora Barauna
- 34 Materials and nautic industry process: the design of a projectual**
Marco Aurélio Schmidt, Marli Everling, Adriane Shibata Santos
- 52 Art and technique of applied marquetry in contemporary furniture design**
Ardalla Viera, Danieli Nejeliski, Fernanda Rigo
- 66 Design, Stone, Wood and Natural Fiber:
An experiment for Development of new product**
Karla Pacheco, Susana Paixão-Barradas, Almir Pacheco, Patrícia dos Santos, Magnólia Quirino
- 78 Characterization and de nition of laser cutting parameters in cardboard
tubes: application possibilities in product design**
Mariana Piccoli, Joyson Pacheco, Leonardo Brand
- 91 Advanced Materials in Design for Innovation from the 21st Century:
Context and Meaning**
Debora Barauna, Silvana Souza, Michele Zamoner, Dalton Razera
- 108 Materials selection of Assistive Technology Products – Adapted Cutlery**
Graziela Moraes, Larissa Lima, Giselle Merino, Eugenio Merino
- 122 Biomimetic experiments and the new digital technologies
for packaging design**
Claudia Kayat, Claudio Magalhães
- 144 Hybrid materials: textile nature in transformation**
Márcia Bergmann, Cláudio Magalhães
- 159 Comparison of traditional manual prototyping techniques and
their importance to design**
Douglas Daniel Perreira, Jamille Lanutti, Luis Carlos Paschoarelli, Olympio Pinheiro
- 176 An Approach Relied on Design and Materials in Univillé's PPGDesign Realm**
Victor Aguiar, Adriane Santos, João Sobral, Marli Everling

Iniciamos a apresentação da 4^a edição do DATJournal, agradecendo o convite da equipe editorial, que percebeu na temática 'Novas Experiências: dos materiais naturais aos materiais para a indústria 4.0' do II Congresso Internacional e VIII Workshop: Design & Materiais 2017, afinidades com o escopo do periódico. Os artigos apresentados nessa edição foram selecionados por meio de um rigoroso processo de análise, efetuado pelo Comitê Avaliador do evento, e indicados para esta publicação.

Em sua segunda edição, II Congresso Internacional e VIII Workshop: Design & Materiais se consolida como uma referência na área, considerada estratégica para a competitividade nacional. O evento aconteceu em junho de 2017 e foi uma realização do programa de pós-graduação stricto sensu (PPGDesign/Univille) e do curso de graduação em Design da UNIVILLE - Universidade da Região de Joinville - Santa Catarina. Sediar o evento, significou reforçar a vocação profissional do PPGDesign/Univille contribuindo para a transferência de conhecimento nacional e internacional para o entorno regional, promovendo, ao mesmo tempo, a inserção social e a internacionalização do programa.

Essa edição do DATJournal, assim como o evento, tem como objetivo a divulgação do estado da arte da pesquisa relacionada a materiais e processos de fabricação referente às áreas do design, arquitetura, engenharia e processos de fabricação, além de ser um espaço de reflexão, discussão e divulgação do conhecimento resultante da pesquisa aplicada no campo do design, seleção dos materiais e processos de desenvolvimento. Os eixos temáticos que orientaram os relatos abrangem: materiais tradicionais, materiais inovadores, materiais sustentáveis e materiais experimentais.

Os trabalhos aqui apresentados são resultado de pesquisas que contribuíram para o engrandecimento do evento, e por meio deles, temos a certeza que favorecerão, da mesma forma, o aprofundamento do conhecimento do leitor. Graziella Moraes et al., da Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, tratam da seleção de materiais para produtos de tecnologia assistiva, focando em pacientes com distúrbios neurológicos; Ardalla Vieira et al., do Instituto Federal Farroupilha/IFFar, abordam a arte e a técnica da marchetaria aplicada no design de mobiliário contemporâneo; Mariana Piccoli et al., do Centro Universitário Franciscano/Uninfra, apresentam uma caracterização e definição de parâmetros de corte a laser em tubos de papelão; Douglas Pereira et al., da Universidade Estadual de São Paulo/Unesp, mostram um estudo comparativo de técnicas de prototipagem tradicional manual e sua importância para o design; Karla Pacheco et al., da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, relatam um experimento para o desenvolvimento de novos produtos a partir de pedras, madeira e fibras naturais; Claudia Kayat e Claudio Magalhães da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/PUC-Rio, descrevem os experimentos biomiméticos e novas tecnologias digitais para o design de embalagem; Debora Barauna et al., da Universidade Federal do Paraná/UFPR, expõem o estudo sobre materiais avançados no design à inovação a partir do Século 21;

Marcia Bergmann et al., da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/PUC-Rio, tratam de materiais híbridos na indústria têxtil; Marco Schmidt et al., da Universidade da Região de Joinville/Univille, abordam materiais e processos na indústria náutica; Victor Aguiar et al. da mesma instituição, discutem a abordagem de design e materiais no âmbito do PPGDesign Univille; e, Fabiano Trein et al., da Universidade do Vale do Rio dos Sinos/Unisinos, tratam sobre resíduos como matéria-prima na indústria do futuro.

Agradecemos aos autores, aos avaliadores e a todos que contribuíram para a excelência dessa edição, e em especial, ao Conselho Editorial da Revista DATJournal Design Art and Technology, que orientou todo o processo de publicação, possibilitando que os artigos selecionados alcancem também os leitores deste importante veículo de disseminação científica.

Desejamos boa leitura a todos.

Marcelo Forcato, Joner Dias, Anelise Dalberto, Guilherme Ortiz *

A borracha sintética de chinelos descartados no design de produtos



Marcelo dos Santos Forcato

Mestre em Design; Universidade Estadual de Maringá <msforcato2@uem.br>

Joner de Lima Dias

Especialista; Universidade Estadual de Maringá <jldias2@uem.br>

Anelise Guadagnin Dalberto

Mestre em Arquitetura; Universidade Estadual de Maringá <agdalbarto2@uem.br>

Guilherme Clausem Ortiz

Graduado em Design; Universidade Estadual de Maringá <guilhermeclausemortiz93@gmail.com>

Resumo Este artigo apresenta resultados obtidos por projeto de pesquisa que objetivou investigar e desenvolver material proveniente de resíduos sólidos de borracha sintética de chinelos descartados além de sugerir aplicações em design de produto. Com a utilização deste resíduo em estado de pó, foram realizados testes com aglutinantes artificiais e vegetais que formaram alternativas de materiais que posteriormente foram submetidos a testes químicos e físicos.

Como resultados, obtiveram-se três materiais experimentais que utilizam aglutinantes de baixo impacto ambiental. Neste artigo será apresentado um dos materiais obtidos bem como sugestão de aplicação no design de superfície.

Palavras chave Resíduo sólido, borracha de chinelos descartados, material experimental, design de superfície.

Synthetic Rubber from Discarded Slippers in Product Design

Abstract This article presents results obtained by a research project that aimed to investigate and develop material from solid waste of synthetic rubber of discarded slippers and to suggest applications in product design. With the use of this residue powdered, tests were carried out with artificial and vegetable binders that formed alternative materials that were subsequently subjected to chemical and physical tests. As results, three experimental materials were obtained using low environmental impact binders. This article will present one of the materials obtained as well as suggestion of application in the surface design.

Keywords Solid waste, rubber discarded slippers, experimental material and surface design.

Introdução

A borracha, em todas as suas tipologias, é um material amplamente utilizado nos produtos industriais atuais. Dentre os mais utilizados estão pneus, revestimentos de cabos elétricos e eletrônicos, recipientes, calçados, brinquedos, produtos para vedação, luvas e outros produtos de uso individual. As principais características que a difere dos demais materiais são o potencial elevado de estiramento e sua resiliência (LIMA, 2006). Papautsky (2003) enfatiza ainda a resistência à abrasão, resistência à corrosão e impermeabilidade, além do material permitir mistura com outras substâncias ou materiais para melhorar seu desempenho.

As borrachas podem ser classificadas como borracha natural e borracha sintética. Trata-se como borracha natural àquela produzida através da retirada da seiva da árvore seringueira. Este material foi amplamente utilizado possibilitando o desenvolvimento econômico da região Norte do Brasil a partir do século XIX. As borrachas sintéticas são elastômeros obtidos pela síntese da borracha, ou seja, é uma borracha artificial. Sua descoberta foi em 1875, porém, a produção em massa só foi iniciada a partir da Segunda Guerra Mundial, com o crescimento da demanda por este material. Suas características são inferiores às da borracha natural, porém, sua produção é mais rápida, tornando o material mais barato (MUCAMBO, 2015).

Segundo Statista (2016), a produção de borracha sintética vem crescendo ao longo dos anos (Figura 1).

Figura 1 – Produção global de borracha sintética entre os anos de 2000 e 2014.



Fonte: Statista (2016).

Acredita-se que um dos motivos deste crescimento seja a facilidade na produção da borracha sintética se comparada com a da borracha natural. Entretanto, o aumento da produção da borracha sintética, mostra uma situação de demanda que afeta diretamente o meio ambiente.

A borracha sintética é derivada do petróleo e sabe-se que o petróleo é um bem não renovável. Soma-se a isto o fato deste material, quando descartado, demorar vários anos para ser absorvido pela natureza (MUCAMBO, 2015).

Relacionado ao volume de produção setorial da borracha, em 2013, do total de borracha sintética produzida, 68% foi utilizada pela indústria de pneus, 9% para produção de artigos mecânicos, 8% na produção de outros produtos automotivos, 5% pela indústria de calçados, 5% pela construção civil, sendo o restante para produção de outros produtos diversos (GLOBAL RUBBER MARKETS, 2014).

Mesmo havendo a possibilidade de reciclagem da borracha sintética, nota-se um atraso do Brasil se comparado a outros países. Tal atraso é mais significativo se for desconsiderada a reciclagem de pneus focando-se nos outros produtos fabricados em borracha. No Brasil, o parque industrial de produção de borracha está defasado. Para facilitar a reciclagem uma modernização tecnológica e da gestão da produção deveria ser feita, facilitando, portanto, o reaproveitamento. As novas gerações vêm aumentando a sua preocupação com o impacto dos objetos no meio ambiente, e consequentemente suas decisões de compra podem ser influenciadas por tal preocupação. Além disso, o descarte de produtos de borracha deve ser levado a sério pela indústria que deve investir na reciclagem de seus produtos e pensar em formas alternativas para o ciclo de vida de produtos que atingiram o final de sua vida útil (NUNES, 2015).

Com relação à indústria de borracha, inclusive à produção de pneus, algumas estatísticas apontadas por Brown (2008) *apud* Forrest (2014) assinalam que o total de borracha reciclada mundialmente quando os produtos chegam ao fim da vida útil está entre 3% e 15%; com relação ao montante de borracha reutilizada de alguma forma os números ficam entre 5% e 23% (BROWN, 2008 *apud* FORREST, 2014).

Tratando-se da indústria brasileira de pneus, 90% dos pneus são reaproveitados, entretanto, existe um atraso se for desconsiderada a reciclagem de outros produtos feitos de borracha. O montante de resíduos gerados pela indústria de artefatos de borracha é jogado em aterros e poucas indústrias desse setor se preocupam com os refugos, fato que contribui para a falta de um dimensionamento e impactos dos produtos de borracha, com exceção dos pneus. Calcula-se que o montante de refugo de borracha no Brasil esteja entre 15% e 20%, valor considerado extremamente elevado (NUNES, 2015).

Existe também a questão do desperdício nas indústrias, nos processos produtivos, mostrando a necessidade de uma revisão na cadeia de produção e o incentivo da criação de ciclos que evitem o desperdício de material. Segundo o autor, processos como moldagem por injeção geram um desperdício que fica entre 30% e 50%. Já o processo de extrusão gera um desperdício que varia de 2% a 5% e o desperdício em processos finais como estamparia (de peças como juntas em lâminas de borracha) está entre 20% e 40% aproximadamente (BROWN, 2008 *apud* FORREST, 2014).

Soma-se a isto o fato do setor calçadista ser destaque na economia brasileira. O país é o principal produtor no continente americano e sua produção é principalmente voltada para o mercado interno. Entretanto, o país busca melhorar suas indústrias calçadistas e expandir seu comércio para combater a concorrência do mercado asiático (GUIDOLIN *et. al.*, 2010).

Na década de 1990, o setor calçadista brasileiro sofreu com a inserção do mercado asiático que oferecia um produto mais barato. Com isso, muitas empresas calçadistas no Brasil mudaram suas fábricas para o Nordeste devido a incentivos fiscais e custo da mão-de-obra reduzida. Como resultado, foi estabelecido no Brasil dois modelos para o setor calçadista: um deles é mais tradicional localizado no Sudeste e Sul do Brasil, onde as

produções são feitas por pequenas e médias empresas, voltadas a públicos reduzidos sendo que sua produção não possui extrema abrangência; o outro modelo, concentrado no Nordeste, compreende empresas de grande porte que buscam nessa região ferramentas para concorrer com produtos internacionais. No gráfico abaixo (Figura 2) é possível ver essa diferença nos dois modelos ao analisar a relação dos estados com o porte das empresas (em número de empregados) (GUIDOLIN *et. al.*, 2010).

Figura 2 - Principais estados brasileiros produtores de calçados em 2008.

ESTADOS BRASILEIROS PRODUTORES DE CALÇADOS			
ESTADOS	EMPREGADOS	ESTABELECIMENTOS	ESTADOS/ ESTABELECIMENTOS
RIO GRANDE DO SUL	106.225	3.285	32,3
CEARÁ	49.561	287	172,7
SÃO PAULO	47.732	2.912	16,4
BAHIA	31.408	132	237,9
MINAS GERAIS	24.654	1.572	15,7
PARAIBA	12.077	114	105,9
SANTA CATARINA	7.143	339	21,1
SERGIPE	3.364	14	240,3
PARANÁ	2.608	149	17,5
FERNANBUICO	1.613	61	26,4
GOIÁS	1.529	209	7,3
DEMAIS ESTADOS	5.326	238	223,2
TOTAL	293.240	9.312	31,5

Fonte: RAIS [Brasil (2009)].

Em escala internacional, o Brasil é o terceiro maior produtor de calçados, sendo que em 2008 o país produziu 804 milhões de calçados e 80% da quantidade produzida foi consumida internamente. Além disso, a produção brasileira é muito concentrada em calçados de plástico e borracha com enfoque para os chinelos de plástico/borracha que é o único setor calçadista brasileiro que mostrou crescimento em anos anteriores em relação aos outros tipos de calçados como pode ser visto na Figura 3 (GUIDOLIN *et. al.*, 2010).

Figura 3 - Produção brasileira por tipo de calçado de 2003 a 2007.

TIPO DE CALÇADO	2003	2004	2005	2006	2007	%
CALÇADOS DE PLÁSTICO/ BORRACHA	395.007	413.518	408.026	424.075	417.306	51,6
chinelo de plástico/ borracha	304.477	323.812	316.062	346.277	345.160	42,7
outros calçados de plástico/ borracha	90.530	89.706	91.964	77.798	72.146	8,9
CALÇADOS DE COURO	321.488	321.909	299.894	257.987	251.918	31,2
TÊNIS DE QUALQUER MATERIAL	102.336	101.926	97.341	85.542	80.865	10
CALÇADOS DE OUTROS MATERIAIS	78.140	78.974	71.469	62.455	58.354	7,2
TOTAL	896.971	916.327	876.730	830.059	808.443	100

Fonte: RAIS [Brasil (2009)]

É possível notar que o Brasil possui grande destaque na produção de calçados e que sua produção é voltada principalmente para o mercado interno. Por um lado, isso mostra como o setor calçadista do Brasil possui capacidade de atender ao seu próprio público e suprir a necessidade por calçados. Mas por outro lado, sendo a maioria da produção destinada ao mercado interno, os impactos desta, as causas de uma gestão ruim dos resíduos e dos descartes dos produtos finais, refletem também internamente. Garlet (1998) corrobora mencionando que a produção calçadista brasileira é muito conhecida pelo seu destaque no mercado nacional e internacional, mas que esse setor também é muito conhecido pela geração de resíduos e pela falta da existência de programas para a reciclagem dos materiais que fazem parte desta cadeia.

O número de pesquisas com enfoque na reutilização de resíduos gerados no processo produtivo tem crescido devido ao aumento dos resíduos gerados pela indústria e a diminuição da área para a deposição desses dejetos (RAMASW *et. al.*, 1983 *apud* GARLET, 1998).

Existem três principais motivos que estimulam o crescimento de pesquisas na área de reaproveitamento destes resíduos pela indústria como: o esgotamento dos pontos de origem da matéria-prima; preocupação com a preservação do meio ambiente; e necessidade de

conseguir independência de matérias primas monopolizadas (petróleo) (CINCOTTO, 1990 *apud* GARLET, 1998).

Portanto, considerando fatores como: a defasagem da indústria da borracha no Brasil; a necessidade de repensar as estratégias de produção e descarte de matéria prima; o volume de produção de calçados, principalmente de chinelos de borracha bem como o descarte destes produtos e materiais no pós-uso; e ainda a necessidade de se obter alternativas menos impactantes nas fases de produção e utilização dos produtos pelo usuário, objetivou-se nesta pesquisa estudar a fase final do ciclo de vida da borracha, mais especificamente aquela referente aos chinelos, com o intuito de identificar formas viáveis de reciclagem deste material reinserindo-o no design de produtos. A justificativa para a escolha dos resíduos de chinelos se deu pela expressiva diferença entre o volume de produção de chinelos de borracha em relação aos demais tipos de calçados.

Referencial Teórico

O Resíduo no Setor Calçadista

Em se tratando do lixo gerado pelo setor calçadista, é preciso entender como essa situação acontece e quais seriam os motivos para não existir um tratamento para o lixo gerado pelos seus descartes.

O Brasil produz aproximadamente 76 milhões de toneladas de lixo por ano, e teria capacidade de reciclar cerca de 30% do lixo produzido. Entretanto, apenas 3% do lixo brasileiro são reciclados. Além disso, houve um crescimento de municípios que aderiram a programas sustentáveis, mas o total não atinge 20% das cidades brasileiras. Profissionais nos programas de reciclagem apontam para uma falta de integração entre os diversos setores da sociedade (PAIVA, 2015).

Além disso, dados de pesquisa realizada em 2015 pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, sobre a gestão dos resíduos brasileiros, apontam crescimento alarmante da produção de resíduos. Entre os anos de 2003 a 2014 (período de abrangência da referida pesquisa) a produção de resíduos cresceu 29% sendo que o crescimento populacional no mesmo período foi de 6%. Outro dado importante foi o total de lixo destinado a aterros sanitários no Brasil, 58,4%. Soma-se a isto o fato de que mais de 20 milhões de brasileiros não possuem um serviço de coleta regular de resíduos, já que 10% dos resíduos gerados não são nem recolhidos. Isso mostra que por mais que sejam criados programas de tratamento de lixo os mesmos não acompanham o crescimento da geração de resíduos pelos brasileiros (RIBEIRO, 2015).

Além disso, a diferença entre o crescimento do resíduo e o crescimento populacional mostra que o brasileiro tem consumido mais e isso somente evidencia a urgência da otimização do tratamento do lixo no Brasil; da interferência do designer para desenvolver produtos mais sustentáveis; e dos demais setores sociais e privados em estimular uma cultura sustentável no país (RIBEIRO, 2015).

Para a amenização do problema do lixo, o governo deve investir e incentivar medidas sustentáveis. Segundo a ABRELPE (2016), pouco se tem investido (cerca de 2% do PIB anual de 2014) na área de saneamento e infraestrutura. Isto diminui, conseqüentemente, as chances de criação de ferramentas que estimulem as mudanças e façam com que o grau de aceitação de medidas ambientais seja maior, conforme preconizam Manzini e Vezzoli (2005). Além disso, para que exista uma unificação no sistema de tratamento de resíduos sólidos brasileiro, o país deveria investir cerca de R\$ 11,6 bilhões até 2031 (ABRELPE, 2016).

Conclui-se, de forma geral, que o Brasil ainda caminha lentamente em direção a um sistema de coleta sustentável. O caminho para uma melhor administração do resíduo e a adoção cada vez maior de uma consciência sustentável por parte da sociedade brasileira deve acontecer em um ciclo, onde todos os setores estão dispostos a adotar medidas para contribuir com isso.

Com o objetivo de aprofundar os conhecimentos sobre o destino do resíduo, foi realizada uma visita técnica ao aterro sanitário da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) no município de Cianorte no Estado do Paraná, Brasil. A SANEPAR é a empresa responsável pela coleta de lixo e tratamento de resíduos sólidos no referido município. O aterro sanitário da cidade de Cianorte é exemplo nacional de tratamento do lixo, tendo iniciado suas atividades em 2002. Sua área total é de 15,54 ha e atende a aproximadamente 70 mil habitantes do município. Possui certificação ISO 31000 e NBR ISO 14001:2004, normas de excelência nacional com relação a tratamento de resíduos sólidos (SANEPAR, 2015). Marcio Benites era o responsável químico pelo aterro sanitário no momento da visita¹.

Naquela oportunidade, houve esclarecimentos sobre o funcionamento e coleta de resíduos permeando aspectos referentes à coleta de resíduos sólidos, especificamente os chinelos de borracha. Segundo Benites um dos maiores problemas enfrentados é o lixo inadequado que chega ao aterro prejudicando todo o processo. Esse lixo pode ser: lixo reciclável, entulho e materiais de difícil decomposição ou que possuem destinos específicos após o descarte. Entre esses materiais está a borracha que possui tempo indeterminado de decomposição na natureza (BENITES, 2015).

Os resíduos de borracha são considerados resíduos sólidos. A NBR 10004, que classifica resíduos sólidos quanto as suas características para serem gerenciados de forma correta e com o mínimo de impacto no meio ambiente, menciona que os resíduos sólidos são todos aqueles sólidos ou semissólidos originários da indústria, atividades domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas e de serviço de varrição (ABNT, 2004). Estes resíduos são classificados como não perigosos quanto a sua toxicidade em relação a organismos vivos.

Segundo a cartilha do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), elaborada pelo Governo Federal Brasileiro, o gerenciamento de resíduos sólidos deve ser realizado tanto pelas indústrias quanto pela população. Na cartilha percebe-se a preocupação com as questões ambientais e com o impacto ambiental dos resíduos gerados por toda a sociedade brasileira (ALMEIDA, 2014).

Dentre os objetivos do PNRS, estão (ALMEIDA, 2014):

- Preservação do meio ambiente e saúde do Brasil;
- Incentivar à prática de padrões sustentáveis na produção e no consumo;
- Diminuir o volume e a periculosidade de resíduos sólidos;
- Estimular a redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, além de criar destinos adequados aos resíduos.

Por fim, Benites incentiva a reciclagem de resíduos de chinelos descartados, já que os mesmos não são valorizados pelas cooperativas de reciclagem e nem são adequadamente descartados quando destinados a aterros. Porém, ressalta que a melhor forma de recolher as sandálias de borracha descartadas seria com a separação pela própria população como é feito com o lixo eletrônico, visto que o lixo que chega ao aterro não pode ser manuseado. Ressalta também que a separação pelo próprio usuário ou o recolhimento por alguma

¹ A visita técnica ao Aterro Sanitário de Cianorte - PR foi realizada no dia 01 de dezembro de 2015.

entidade/cooperativa nas casas dos consumidores antes do produto ser jogado no lixo poderia ser uma ação mais econômica e saudável.

Design e Sustentabilidade

Para Manzini e Vezzoli (2005), o termo *ecodesign* liga a ação de projetar ao ambiente para o qual se projeta tornando a preocupação com o meio ambiente uma característica intrínseca a esse tipo de projeto. Somam-se a isto as dimensões sociais e econômicas que aproximam produtos e/ou serviços de soluções mais sustentáveis.

Mesmo sendo discutidas por diversas áreas, as noções de sustentabilidade e, mais especificamente na área de ciências sociais aplicadas, as noções de Design Sustentável muitas vezes são tratadas de forma superficial. Nota-se que há uma preocupação cada vez maior com o impacto causado no meio ambiente e tal preocupação torna necessária a criação de políticas mais limpas, tecnologias que agridam menos o meio ambiente, mas principalmente, mudanças culturais e, uma forma de favorecer esta mudança cultural é projetar produtos levando em conta tais questões. Manzini e Vezzoli (2005) dizem que apenas a criação de processos produtivos mais limpos e medidas paliativas, não são suficientes para que haja uma mudança profunda na sociedade em direção à sustentabilidade. São as transformações culturais e de valores que geram tais mudanças. Por isso, no longo prazo, as medidas devem ser um reflexo de uma mudança social e cultural. Existem quatro níveis de medidas a serem tomadas com relação ao *ecodesign* (MANZINI E VEZZOLI, 2005):

- No primeiro nível, o que acontece é uma mudança apenas na parte técnica dos produtos e serviços, como por exemplo, em seus materiais, a fim de otimizar o processo produtivo e lucro de vendas, fato que torna o produto competitivo diante do consumidor. Porém, o produto não possui impacto no aspecto cultural, visto que apenas componentes e processos produtivos são alterados. Esse nível é o mais explorado pela indústria e é conhecido como *redesign*;
- No segundo nível, os produtos e serviços são desenvolvidos desde o ponto inicial e projetados com foco na sustentabilidade e facilidade de aplicação, porém, existem poucas iniciativas com esta perspectiva. Alguns exemplos são os carros elétricos, alimentos, produtos corpóreos, etc. Estes produtos foram desenvolvidos atendendo à mudanças culturais rumo à sustentabilidade, mas sua capacidade de transformação cultural ainda é baixa;
- No terceiro nível, o desafio é grande para os projetistas e empresas, pois o produto ou serviço deve ser radicalmente sustentável e aceitável culturalmente. Produtos ou serviços como estes devem ser projetados de forma cautelosa, pois representam riscos. Por um lado se não aceitos socialmente, vão representar um prejuízo, mas se bem recebidos pelo usuário, eles possuem um diferencial natural contra todos os seus concorrentes. É possível ver que esse tipo de mudança requer muito empenho, mas são medidas que podem ser consideradas as mais congruentes com a sustentabilidade;
- O quarto nível diz respeito às mudanças socioculturais para criar novos cenários para o desenvolvimento sustentável. Isso pode ser feito por meio de pesquisas científicas no âmbito acadêmico e por empresas dispostas a se tornar transformadoras culturais.

Atualmente a indústria fica limitada aos dois primeiros níveis citados. Esses níveis são importantes para reduzir os impactos ambientais existentes, porém, para se atingir resultados mais sustentáveis, é preciso atingir níveis mais profundos que conduzam à transformações nos hábitos de consumo e mudanças socioculturais (MANZINI e VEZZOLI, 2005).

Por outro ponto de vista, Cardoso (2013) menciona que o acúmulo do lixo é um reflexo de como a sociedade em geral trata os artefatos e que a significação de um objeto pode ser algo muito instável. Uma comparação interessante seria entre as embalagens e um automóvel. Ambos os produtos passaram por um processo de design, porém, o significado e valor agregado que são impressos nestes produtos alteram o modo como tratamos os mesmos. O designer tem um papel de ressignificador dos objetos descartados. O ponto principal ao qual o designer tem poder é em dar significados aos artefatos, materiais e processos. Pode-se concluir que o designer é responsável por alterar a visão do que é considerado lixo (CARDOSO, 2013).

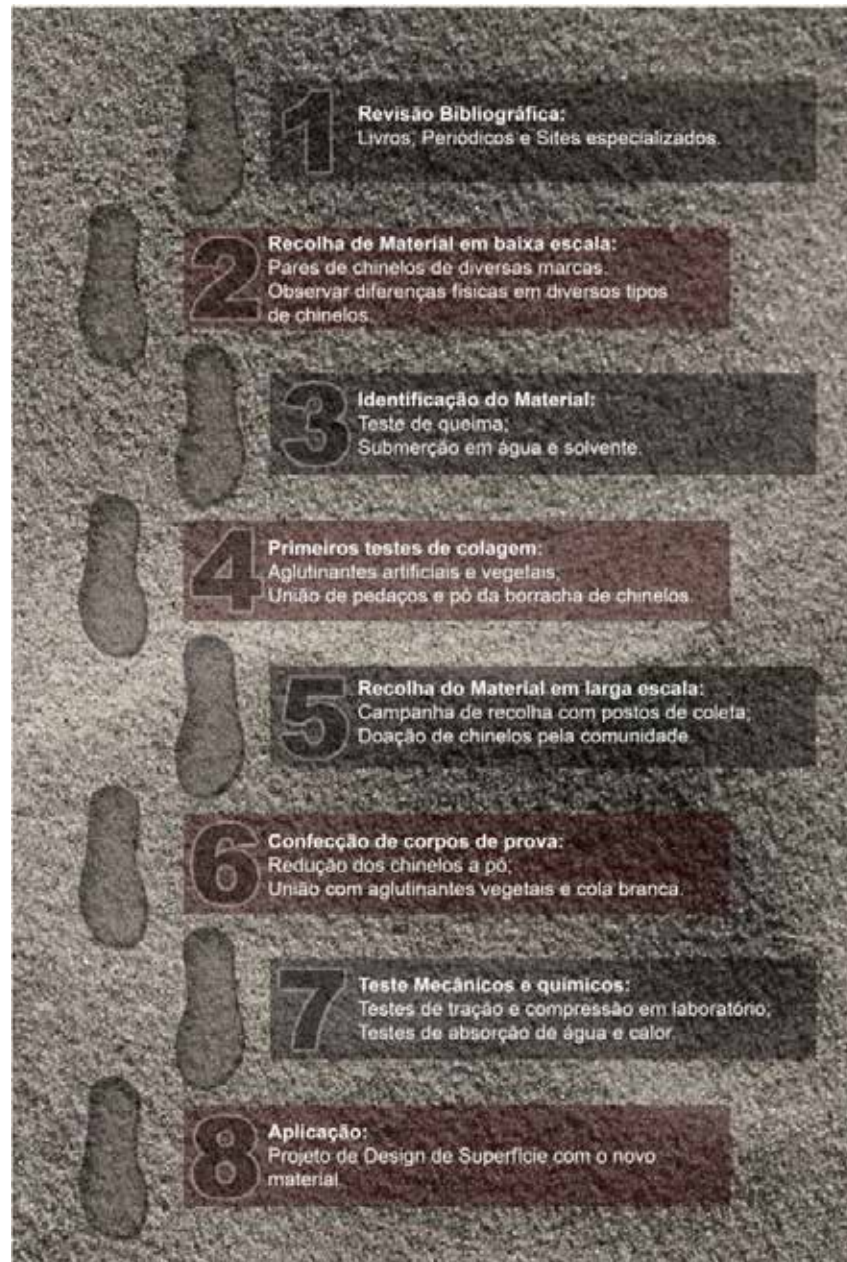
Por fim, esta pesquisa procurou reaproveitar um resíduo, considerado sem valor pela sociedade e sem consenso de qual a destinação correta, no desenvolvimento de um novo material passível de utilização pelo design de produtos. Neste sentido, propôs-se agregar valor ao resíduo da borracha de chinelos descartados por meio da criação de um novo material, projetando novos significados e soluções para o problema dos resíduos de borracha.

Método de Pesquisa

De acordo com Gil (1999, p.33), esta pesquisa possui Método Experimental por que submete “objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador”. Além disso, pode ser classificada como exploratória e aplicada, pois explora resultados aproximados de um tema ainda pouco explorado, bem como seus resultados podem ser aplicados em situações reais.

Para a execução da pesquisa, foram definidas 8 etapas de trabalho, as quais estão resumidas no infográfico a seguir:

Figura 4 – Visão Geral do Método de Pesquisa em 8 passos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para melhor compreensão, nos parágrafos seguintes são explicados os objetivos de cada etapa e quais seus principais resultados almejados.

A primeira etapa consistiu da **Revisão Bibliográfica** acerca de dados sobre a indústria da borracha e calçadista, bem como, aspectos inerentes ao Design Sustentável e a esta pesquisa. Foi realizada Revisão Bibliográfica Simples em livros, periódicos e sites especializados.

A etapa seguinte culminou na primeira **Recolha de Material**, em baixa escala, com o intuito de observar diferenças físicas entre chinelos de borracha de marcas diferentes. O

objetivo foi adquirir material para apoiar as etapas seguintes no que concerne a diferenciação dos materiais em diversos tipos/marcas de chinelos, na intenção de padronizar os resíduos de borracha pesquisados. A recolha ocorreu em um condomínio onde os moradores deixavam os chinelos em um ponto de coleta. Como resultado, esperava-se pelo menos recolher chinelos das duas principais marcas vendidas no Brasil.

A etapa de número três compreendeu a **Identificação dos Materiais** por meio da observação do comportamento mediante queima e submersão em água e solvente. O objetivo foi detectar congruências químicas e físicas nos resíduos de chinelos de duas marcas no intuito de compreender se seria possível utilizar os diversos tipos de resíduos gerados pela sociedade por meio dos chinelos de borracha descartados. Além disso, os resíduos foram comparados com amostras pré-concebidas constituídas por “pó de borracha de chinelo da marca Havaiana + cola branca”. O processo de identificação por queima dos materiais ocorreu por observação da cor da chama, consequências da queima no material (carbonização, gotejamento, aborbulhamento), presença e cor da fumaça, presença de fuligem, tempo de queima e cheiro. Como instrumento de confirmação, foram utilizados os preceitos de Lima (2006).

Na quarta etapa foram realizados os **Primeiros Testes de Colagem** dos resíduos. O objetivo foi juntar os resíduos para a produção de placas de borracha. Vários testes foram propostos nesta etapa, os quais propunham a utilização de aglutinantes artificiais e de origem vegetal na união de pedaços da borracha do chinelo; pedaços de chinelos com pó da borracha do chinelo; e somente pó da borracha do chinelo. Entre os aglutinantes artificiais testados foram utilizados cola branca da marca Cascorez, cola epóxi da marca Araudite, cola de silicone da marca TekVed e gesso. Os aglutinantes de base vegetal testados foram o poliuretano vegetal da marca Imperveg, o aglutinante bi componente da marca Kehl e o aglutinante ecológico à base d'água da marca Adespec. Este artigo apresentará apenas os resultados obtidos com o aglutinante da marca Kehl.

A quinta etapa consistiu da **Recolha do material em larga escala**. O objetivo desta foi recolher quantidade suficiente de material para confecção de corpos de prova de três materiais experimentais. Esta etapa envolveu a comunidade no projeto e promoveu a conscientização dos usuários de chinelos de borracha sobre o ciclo de vida do produto e da possibilidade de descarte adequado. Foi realizada campanha de coleta de chinelos em um campus universitário e promovido por meio de rede social, cartazes e postos de coleta distribuídos pelo campus.

Na sequência, foi proposto a redução a pó dos chinelos da marca “Havaianas”² para a **Confecção de Corpos de Prova**. Buscou-se utilizar somente aglutinantes vegetais e cola branca no intuito de minimizar os impactos ambientais futuros e o objetivo da etapa foi realizar testes de resistência física e química controlados, tais como de resistência à tração e compressão, bem como de absorção de água e de temperatura.

Em laboratório específico para testes de materiais, a sétima etapa consistiu justamente dos **Testes Mecânicos** de tração e compressão com os novos materiais. O intuito foi identificar as principais características e propriedades dos novos materiais com objetivo de se obter dados para indicar possíveis aplicações do material em produtos de design. Utilizou-se

² Os chinelos da marca “Havaianas” foram os mais coletados durante as campanhas. Em pesquisa realizada pelos autores com usuários de chinelos de borracha, cerca de 85% dos usuários preferem esta marca, o que levou esta pesquisa a realizar testes mecânicos somente com amostras confeccionadas com este resíduo específico, além de que seu comportamento no processo de redução a pó ocorre de maneira diferente dos resíduos de outras marcas.

como equipamento o Sistema Universal para testes de tração, compressão e flexão da marca EMIC constituído por Máquina Universal Série 23 e Estrutura de 2.000kN.

A última etapa consistiu de um processo de design que sugeriu a aplicação do novo material um produto.

No capítulo seguinte será apresentado e discutido apenas recorte dos resultados obtidos, Em outras palavras, somente àqueles obtidos pela amostra (corpo de prova) que utilizou o aglutinante bi componente da marca Kehl. Esta foi a que apresentou os melhores resultados nos testes mecânicos.

Resultados e Discussões

O aglutinante bi componente da marca KEHL possui em sua composição, componentes renováveis como óleos de origem vegetal que não causam impactos negativos no meio ambiente (KEHL, 2016). A empresa Kehl atuou como parceira fornecendo os aglutinantes para o projeto.

Após vários testes foi possível verificar que a concentração que promove um melhor resultado compreende volumes iguais dos componentes, por exemplo, uma medida de pó de borracha e uma medida do aglutinante. A secagem ocorre rapidamente após expansão do material. O material resultante é poroso, leve, com densidade de 0,5g/cm e resistente. A coloração do aglutinante, de cor marrom claro, afeta sutilmente o resultado visual do material final, de acordo com a cor de borracha que se utiliza (Figura 5).

Figura 5 – Corpos de prova (aglutinante Kehl)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram realizados ensaios de tração e compressão com amostras do material. No teste de tração, a amostra cilíndrica com aglutinante Kehl suportou uma força máxima de 1180N e teve um alongamento de 4,11% até a ruptura. É possível que a presença de bolhas de ar na estrutura interna do material tenha comprometido sua resistência. No teste de compressão foi constatado que a amostra em forma de paralelepípedo com 20 cm de altura, 10 cm de comprimento e 2 cm de espessura suportou até 10543,45N o que equivale a 1075,8 kg.

Em teste hidrocópico, a amostra de 97 gramas ficou submersa em água por 24 horas, sendo que neste período, seu peso aumentou em 1 grama, demonstrando baixa capacidade de absorção mesmo sendo um material bastante poroso.

Comparado a outros materiais já conhecidos, este material experimental se assemelha ao poliuretano expandido, em densidade e possibilidades de aplicação. Ainda assim, vale

lembrar que a composição do aglutinante tem origem vegetal e é de baixo impacto ambiental, amenizando agressões por substâncias voláteis e por componentes artificiais. Além disso, utiliza na composição o resíduo de borracha sem possibilidade de descarte definida e, convencionalmente, baixa probabilidade de reciclagem.

Proposição de Aplicação em Design de Superfície

Por meio de um *brainstorming*, verificaram-se várias possibilidades de aplicação do material desenvolvido tais como: material para vedação, blocos para prototipagem, joias, piso antiderrapante, revestimento decorativo, móveis, painéis e estruturas pré-moldadas, materiais para construção, mobiliário interno e externo, objetos em geral e módulos para jardim suspenso. Para esta pesquisa, optou-se por utilizar este material experimental em um processo de design para desenvolver um revestimento de parede. As cores presentes nos resíduos de chinelos, a possibilidade de exploração de formas, padrões e relevos, bem como a leveza do material foram os fatores que definiram sua aplicação como revestimento.

Dentro do processo de design, utilizaram-se como inspiração a identidade do próprio design brasileiro e a cultura nacional. Além disso, o resíduo utilizado no material era proveniente de chinelos da marca Havaianas, mundialmente conhecidos pela identidade brasileira intrínseca ao produto. O painel semântico da Figura 6 ilustra os aspectos visuais e simbólicos inerentes ao referido projeto.

Figura 6 – Painel semântico sobre aspectos culturais brasileiros.



Fonte: Ortiz (2016).

O revestimento foi desenvolvido tendo como base elementos que lembram o Brasil, como o movimento das ondas, samba, a vibrante cultura brasileira e as paisagens brasileiras em geral. O resultado foi um módulo quadrado, que permite diferentes composições de acordo com a necessidade do usuário (Figura 7).

Figura 7 – Revestimento de Parede “ONDA”.



Fonte: Ortiz (2016).

A solução propõe uma alternativa para a reciclagem dos chinelos de borracha descartados, sendo que essa abordagem pode ser adotada no final do ciclo de vida destes produtos, prolongando, portanto, a utilização deste material pelo mercado.

Conclusão

Como já mencionado o designer tem um papel de ressignificador dos objetos e materiais. Esta pesquisa sugeriu agregar valor a um resíduo que era e é erroneamente descartado pela população e que não é aproveitado pelas empresas de coleta. Diante do caráter desafiador deste projeto, muitas etapas ainda devem ser cumpridas para que os materiais propostos sejam realmente viáveis.

Com os resultados obtidos, pode-se mostrar que o designer também tem um papel de transformador social, ambiental e econômico. O design sustentável propõe que o profissional possa olhar com maior afinco todo o ciclo de vida de um produto, projetando para que tudo possa resultar em um menor impacto ambiental e influenciar até mesmo o comportamento do usuário incentivando-o a praticar o descarte de forma mais correta e consciente.

O material proposto ainda está em fase de desenvolvimento. Sugere-se para trabalhos futuros identificar alternativas para diminuir a quantidade e tamanho de bolhas de ar no material aumentando assim sua resistência. São necessários novos ensaios, com corpos de prova mais precisos e confeccionados de maneira mais apropriada. Além disso, é importante que se faça novos estudos para identificar outras possibilidades de composição com este resíduo, tais como: novos aglutinantes; novas formas de entrada da borracha (grânulos, pedaços de diversos tamanhos); identificar outras estratégias para a transformação da borracha, que utilize pouca energia elétrica e esforços humanos; fazer uma análise do impacto ambiental dos novos materiais; e avaliar as capacidades térmicas e acústicas dos materiais desenvolvidos.

Enfim, os resultados aqui apresentados não devem ser tomados como única solução para o resíduo de chinelos descartados. No entanto, sugerem que esta iniciativa possa ser

tomada como inspiração para um processo de ideação para outras experiências que, como relatam McDonough e Braungart (2002), possa entender o design com um processo de projeto “do berço ao berço”.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 77 p. Disponível em: <<http://www.videverde.com.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2016.

ABRELPE. **Estimativa dos Custos para Viabilizar a Universalização da Destinação Adequada de Resíduos Sólidos no Brasil**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/estudo_apresentacao.cfm>. Acesso em: 18 maio 2016.

ALMEIDA, Ana Carla. **Plano de Resíduos Sólidos: Responsabilidade Socioambiental na Administração Pública**. Brasília: Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental, 2014. 64 p. Disponível em: <http://www.comprasgovernamentais.gov.br/arquivos/cartilhas/cartilha_pgrs_mma.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2016.

BENITES, Marcio. **Visita ao aterro sanitário da SANEPAR**. [dec. 2015]. Entrevistador: ORTIZ, Guilherme: Universidade Estadual de Maringá, 2015.

BRASIL. **MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO**. Bases estatísticas RAIS/ Caged. Disponível em: <<http://sgt.caged.gov.br/index.asp>>. Acesso em: 14.12.2009.

CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Cosacnaify, 2013. 262 p.

ORTIZ, Guilherme Clausem. **Reutilização da borracha sintética de chinelos descartados no design de produtos**. 2016. 198 f. Monografia (Graduação) – Curso de Design, Universidade Estadual de Maringá, Cianorte, 2016.

FORREST, Martin. **Recycling and Re-use of Waste Rubber**. [s.i.]: Smithers Rapra Technology, 2014. Cap. 3. p. 17-30. Disponível em: <<http://www.smithersrapra.com/SmithersRapra/media/Sample-Chapters/Recycling-and-Re-use-of-Waste-Rubber.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2016.

GARLET, Givanildo. **Aproveitamento de Resíduos de E.V.A. (Ethylene Vinyl Acetate) como agregado para concreto leve na construção civil**. 1998. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/118243/000226272.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GLOBALRUBBERMARKETS. **SBR will reach 141.5 billion yuan trading**. 2014. Disponível em: <<http://globalrubbermarkets.com/19138/sbr-will-reach-141-5-billion-yuan-trading.html>>. Acesso em: 28 jan. 2016.

GUIDOLIN, Silvia Maria; ROCHA, Érico Rial Pinto da; COSTA, Ana Cristina Rodrigues da. **BNDES: Indústria calçadista e estratégias de fortalecimento da competitividade**. 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3104.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2016.

IMPERVEG. Família de Resinas. Disponível em: <<http://imperveg.com.br>>. Acesso em: 06 jul. 2016.

KEHL. Aglomerantes. Disponível em: <<http://www.kehl.ind.br/poliuretanos.php?opcao=agl>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

LIMA, Marco Antonio Magalhães. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2006. 225 p.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 345 p.

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **Cradle to Cradle: Remaking the way we make things**. New York: North Point Press, 2002.

MUCAMBO. **Um pouco da História da Borracha**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.mucambo.com.br/pdfs/historiadaborracha.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

NUNES, Ilson. **A Reciclagem da Borracha: entrevista**. 2015. São Paulo: Revista Borracha Atual. Entrevista concedida à Associação Brasileira de Tecnologia da Borracha (ABTB).

PAIVA, Roberto. **Apenas 3% de todo o lixo produzido no Brasil é reciclado**. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2015/04/apenas-3-de-todo-o-lixo-produzido-no-brasil-e-reciclado.html>>. Acesso em: 18 maio 2015.

PAPAUTSKY, David. **Borracha: Recuperação e Regeneração**. São Paulo: Ponto Quatro, 2003.

RIBEIRO, Stênio. **Produção de lixo no país cresce 29% em 11 anos, mostra pesquisa**. 2015. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-07/producao-de-lixo-no-pais-cresce-29-em-11-anos-mostra-pesquisa-da-abrelpe>>. Acesso em: 18 maio 2015.

SANEPAR. **Aterro sanitário de Cianorte**. Cianorte, Paraná. 2015.

STATISTA. **Global consumption of natural and synthetic rubber from 1990 to 2015 (in 1,000 metric tons)**. Disponível em: <<http://www.statista.com/statistics/275399/world-consumption-of-natural-and-synthetic-caoutchouc/>>. Acesso em: 27 jan. 2016.

Fabiano Trein, Aguinaldo Santos, Alexandre Vargas, Marco Antônio Rodrigues,
Ana Claudia Trein, Débora Barauna *

Resíduos: a matéria-prima da indústria do futuro



Fabiano André Trein

Dr.; Unisinos <fabianoat@unisi-
nos.br>

Aguinaldo dos Santos

Dr.; Universidade Federal do Pa-
raná - UFPR <asantos@ufpr.br>

Alexandre Silva deVargas

Dr.; Universidade Feevale
<alexandrekbca@gmail.com >

Marco Antônio Rodrigues

Dr.; Universidade Feevale
<marcor@feevale.br>

Ana Cláudia Grehs Trein

Esp.; Universidade Feevale
<atrein11@gmail.com>

Débora Barauna

M.Sc.; Universidade Federal do
Paraná - UFPR <débora.barau-
na1@gmail.com>

Resumo Um dos grandes problemas ambientais da atualidade é o elevado volume de resíduos sólidos gerados pela indústria para suprir a demanda por bens de consumo da população mundial. Neste sentido, a apresentação deste artigo tem como objetivo apresentar casos práticos onde ocorreu a efetiva participação dos autores na utilização de resíduos industriais como matéria-prima na produção de novos produtos, alinhados ao Eco-design. Explicita ainda a importância dos ensaios preliminares para a caracterização dos resíduos, o detalhamento dos processos produtivos necessários à sua incorporação e a validação dos produtos finais em relação à sua aplicação final.

Palavras chave Logística Reversa; Economia Circular; Resíduos.

Waste: the raw material for the industry of the future

Abstract *One of the major environmental problems of today is the high volume of solid waste generated by the industry to supply the demand for consumer goods of the world population. In this sense, the presentation of this article aims to present practical cases where the authors' actual participation in the use of industrial waste as raw material in the production of new products, in line with Eco-design, took place. It also explains the importance of the preliminary tests for the characterization of the residues, the details of the productive processes necessary for its incorporation and the validation of the final products in relation to their final application.*

Keywords Reverse logistic; Circular Economy; Waste.

1 - Introdução

Atualmente, situações decorrentes da globalização e da busca incansável por menores custos levam, por parte das empresas, à utilização de técnicas, processos e materiais, muitas vezes não condizentes com as necessidades de sua sustentabilidade. Elementos estes não alinhados com o próprio meio no qual estão inseridas pelo impacto ambiental que geram e pelos efeitos antrópicos futuros em decorrência de sua inadequação (LEITE, 2013).

Em meio a essa expansão mundial, há uma crescente preocupação com as questões de reutilização dos resíduos e o crescimento de barreiras ao comércio internacional de diversos produtos, oriundos principalmente de empresas de setores tradicionais, como é o caso da construção civil, da indústria petroquímica, alimentícia, entre outras, localizadas em sua maioria, em países desenvolvidos e em desenvolvimento, os quais afetam consideravelmente o meio ambiente (INMETRO, 2009).

De acordo com Gatelli (2011), a gestão ambiental e o tratamento dos resíduos tornaram-se obrigações dentro das empresas, de forma generalizada. Com isso, a busca pela redução dos impactos ambientais e a minimização dos custos nas mais diversas áreas tornou-se uma estratégia de sobrevivência necessária para manter a competitividade das empresas no mercado.

Consciente da importância de se usar tecnologias alternativas, que reduzam os custos de disposição final, e de avaliar as questões eco-sustentáveis de cidadania e da preservação do meio ambiente, este artigo visa exemplificar *cases* práticos de utilização de resíduos industriais como matéria-prima na produção de novos produtos, alinhados ao Eco-design. Explicita ainda a importância dos ensaios preliminares para a caracterização dos resíduos, o detalhamento dos processos produtivos necessários à sua incorporação e a validação dos produtos finais em relação à sua aplicação final.

Este artigo representa na forma escrita, os conceitos apresentados na palestra nacional, de mesmo título, no II Congresso Internacional e VIII Workshop: Design & Materiais 2017, realizado na cidade de Joinville – Santa Catarina.

2 - Logística Reversa e o Eco-design

Segundo Gadea et al. (2010), os processos industriais geram uma enorme quantidade de resíduos, sendo que, a maioria sem um uso específico, acabam dispostos em aterros industriais. É necessário, portanto, que se estabeleçam procedimentos ou métodos de reutilização destes resíduos no sentido de minimizar este impacto ambiental. Segundo Cruz (2009), as empresas têm feito uma restrição ao conceito de crescimento e passaram a introduzir as questões de ecologia e de sustentabilidade como critério fundamental das atividades de negócio, tornando-se também uma função da administração.

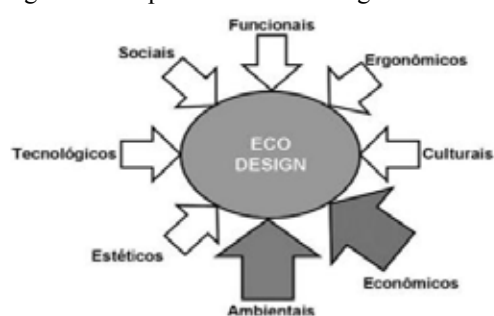
Um indicador da demanda ambiental atual é a adesão das empresas aos processos de certificações ambientais e, em alguns casos, até florestais e hídricos, solicitados pelos mercados, especialmente os internacionais, exigindo do setor produtivo a responsabilidade ambiental e social na exploração dos recursos naturais, com a máxima preservação possível destes recursos.

De acordo com Silva et. al. (2006), o consumismo desenfreado e a ausência de programas que se preocupam desde a extração da matéria-prima (berço) até o descarte pelo consumidor final (túmulo), passaram a ser argumento para pesquisas, com o intuito de elaborar projetos comprometidos e que possam minimizar o impacto sobre a natureza.

Papanek (1977) já afirmava que o design tinha a responsabilidade social com esses aspectos, e que o profissional da área deveria elaborar projetos com essa preocupação, utilizando ferramentas adequadas para tomada de decisões, de forma que os recursos sejam melhores aproveitados, tanto na escolha do material quanto no processo de fabricação, procurando avaliar todos os requisitos necessários em todas as fases do seu ciclo de vida.

De acordo com Pazmino (2007), para criar um produto com critérios ecológicos ou fazer um re-design de um produto já existente, o designer deve estar atento às decisões que precisa tomar em todas as fases do ciclo de vida do produto: pré-produção, produção, uso, descarte, reciclagem, reuso, etc., para que a minimização do impacto ambiental do produto ocorra de forma a atender seus objetivos. Com isso, é possível perceber que os principais objetivos de produtos desenvolvidos com foco no eco-design são o econômico e o ambiental, conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Aspectos do Eco-Design



Fonte: Pazmino (2007)

Como exemplo desta mudança de comportamento, pode-se visualizar a Figura 2, elaborada por um órgão público, onde já contempla a logística reversa dos materiais, considerando todas as etapas do ciclo de vida e a reciclagem como alternativa anterior à disposição final.

Figura 2 – Mapeamento do Ciclo de Vida do Produto – Engenharia Reversa



Fonte: COMEC (2014)

O atual consumo de madeira em grande escala, por exemplo, pelos diversos setores da sociedade, faz com que surjam discussões e questionamentos sobre os impactos dos resíduos madeireiros ao ecossistema, instigando a ciência florestal no desenvolvimento de pesquisas sobre soluções mitigadoras dos impactos ambientais gerados nos processos produtivos, onde se tem a matéria-prima madeira ou painéis compensados de madeira como principais componentes do processo (LA MANTIA, 2002). Neste contexto, existe a demanda por soluções que viabilizem a utilização de resíduos de painéis de madeira, oriundos do setor moveleiro, da construção civil e outros setores onde ocorre elevado descarte desses produtos, para compor novos materiais que fechem o ciclo produtivo e possam ser reaproveitados. Essas soluções podem favorecer o melhor aproveitamento da matéria-prima, proporcionando maior valor agregado ao produto bem como novas propriedades que melhoram o desempenho dos mesmos.

No caso das indústrias do setor coureiro-calçadista, por utilizarem diversos tipos de materiais para a produção de calçados, bolsas e acessórios, citam-se as solas de borracha, o couro, os materiais têxteis e os laminados sintéticos, os quais geram uma quantidade considerável de resíduo após seu uso, o que tem causado problemas ambientais, inclusive no que tange a locais e formas pouco apropriadas para a sua armazenagem e disposição (ROBINSON, 2009).

Um mau controle deste descarte ou a não reutilização dos resíduos pode causar um agravamento do dano ambiental regional, e a busca por alternativas para o reaproveitamento faz-se urgentemente necessária (TREIN ET AL., 2014).

Pode-se citar ainda o caso das fibras sintéticas, em geral poliéster, combinadas com tecidos naturais, como o algodão são hoje recobertas por camadas poliméricas (compósitos) sintéticos, em especial os poliuretanos, oriundos da reação química entre os polióis e isocianatos. Conhecidos e tratados como materiais sintéticos, esses materiais modificados são mais leves, versáteis, disponíveis em várias formas, duráveis e flexíveis. Sua utilização, portanto, começa a ser cada vez mais intensificada e ampliada na indústria calçadista na substituição de materiais tradicionais, como o couro, gerando por sua vez, uma nova soma de resíduos contaminantes.

O copolímero de etileno-acetato de vinila (EVA) é um dos materiais mais utilizados na indústria brasileira em diversas partes do calçado, sobretudo no solado, pois é leve e macio, possuindo baixa massa unitária (180 kg/m^3), boa resistência ao desgaste e podendo ser produzido em diversas cores. De acordo com Andrade e Medeiros (2012), o EVA é fornecido para a indústria do calçado na forma de chapas expandidas retangulares com mais ou menos 1m^2 cada uma, de onde é recortado, por um processo mecânico, o formato da sola, entresola ou palmilha para o calçado. O resíduo de EVA em questão é composto pelos retalhos que sobram neste processo de corte. Conforme pesquisa realizada em empresas produtoras de calçados na região do Vale dos Sinos no RS, pode-se constatar que a incidência de resíduo varia de 12% a 20% sobre o consumo de EVA, dependendo do processo empregado no corte (ANDRADE E MEDEIROS, 2012). Desde o início de sua utilização, na década de 70, na área calçadista, em especial nos calçados esportivos em função de seu menor custo e peso, a sua aplicação tem crescido quase que exponencialmente ano a ano.

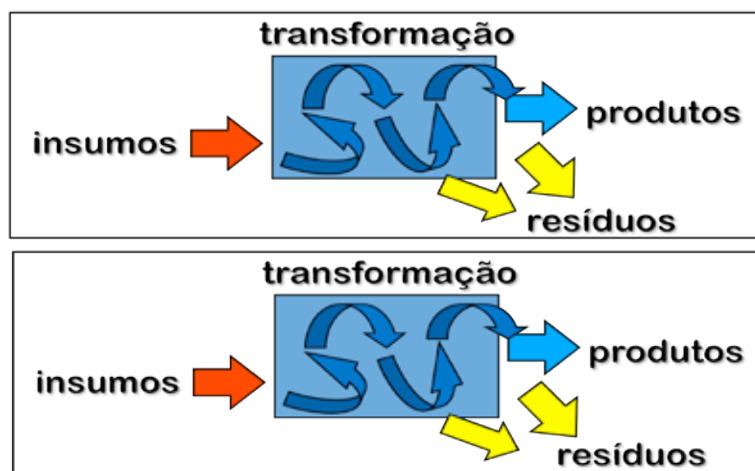
Atualmente, mais de 17 bilhões de pares de solados de EVA têm sido produzidos anualmente pelo mundo, o que gera uma enorme quantidade de resíduos. Além dos percentuais de resíduos citados pela ASSINTECAL (2014), somam-se ainda a geração de resíduos dos processos de preparação e asperação (desbaste com lixa) das solas de EVA, onde os níveis de descarte podem chegar até 35%, conforme Santiago et. al. (2009).

Também considerando a importância e a necessidade dos estudos sobre reciclagem de resíduos de construção no tocante ao uso pela própria indústria da construção civil, em especial os cimentos de baixo impacto ambiental, Jalali et. al. (2012) apresentam que a tendência da produção de concreto com agregados reciclados juntamente com o gerenciamento de resíduos da construção civil despontam como algumas das atividades que mais vêm sendo pesquisados no meio técnico, fatos que podem ser comprovados pelos inúmeros eventos realizados nos últimos anos, entre eles o estudo e o desenvolvimento dos geopolímeros.

A empresa IMC de São Paulo procurou inovar visando reduzir o desperdício de materiais, buscando a sustentabilidade na construção, em resposta às exigências governamentais e do mercado consumidor e à crítica ambiental. A sustentabilidade hoje é tema caro à IMC, já que a IMC é grande consumidora de matérias-primas. Estima-se que 50% dos recursos materiais extraídos da natureza estão relacionados à atividade de construção, e mais de 50% da produção de resíduos provêm do setor. Exemplos de produtos que incorporam o conceito de desenvolvimento sustentável são a torneira automática, que é 20% mais econômica que a convencional; a torneira eletrônica, 40%; e a válvula de descarga automática, que reduz em 50% o valor da conta de água (COELHO, 2007).

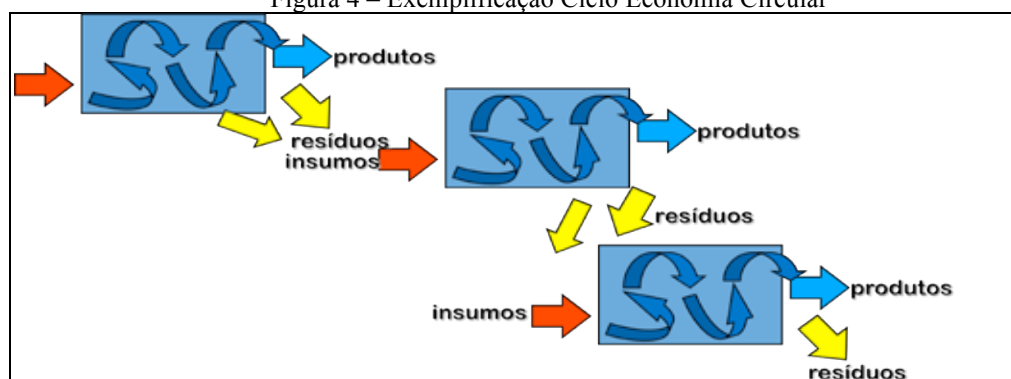
Entretanto, de acordo com Barauna et al. (2017) na economia ou gestão de materiais da maioria das realidades industriais, as coisas orientam-se pelo modo linear entre a extração, a produção, a distribuição, o consumo e a destinação final dos resíduos, conforme Figura 3.

Figura 3 – Modelo Tradicional de Extração, Produção, Distribuição, Consumo e Destinação Linear



Este modo de gestão trata-se de um sistema em crise. O ideal seria a economia dos materiais ser regida por um sistema em ciclo. De acordo com a Fundação Cradle to Cradle® (C2C) com a teoria do “berço ao berço”, propõe-se o conceito da economia circular e o processo de design para se pensar soluções para a gestão de novos materiais utilizando resíduos de processo anteriores como matéria-prima, considerando o desenvolvimento de toda a cadeia produtiva dos materiais e produtos por dois ciclos, um biológico e outro técnico, conforme figura 4.

Figura 4 – Exemplificação Ciclo Economia Circular



De acordo com a figura 4, A teoria do “berço ao berço”, “ao invés de tentar reduzir os fluxos de materiais lineares prevê a sua reformulação em ciclos circulares de nutrientes. Assim, o valor uma vez criado, os resíduos gerados tornam para um novo ciclo natural (biológico) e/ou técnico (tecnológico). Barauna et al. (2017) explicam que, muitas vezes “os produtos são desviados do fluxo de resíduos e convertidos em usos que apresentam maior valor quanto às suas aplicações originais”.

Através dos conceitos da economia circular, logística reversa, inovação social, economia distribuída e economia criativa discute-se o problema da demanda por novas formas de projetar o uso dos recursos materiais tornando-o mais significativo e aprofundando as relações com a ideia de um novo mundo material, no qual se tenha maior compreensão das consequências políticas, culturais, ambientais, sociais e econômicas das escolhas de materiais e processos produtivos (BARAUNA ET AL., 2017)

De acordo com Medina e Naveiro (1998), um dos mais importantes resultados não mensuráveis desse sistema é a nova forma de aprendizado introduzido nas organizações envolvidas. A parceria de especialidades toma a própria pesquisa uma forma de aprendizado que transfere conhecimentos durante sua execução por toda a equipe. A difusão de conhecimentos necessários à introdução da nova tecnologia na produção é rápida e direta dispensando mecanismos intermediários.

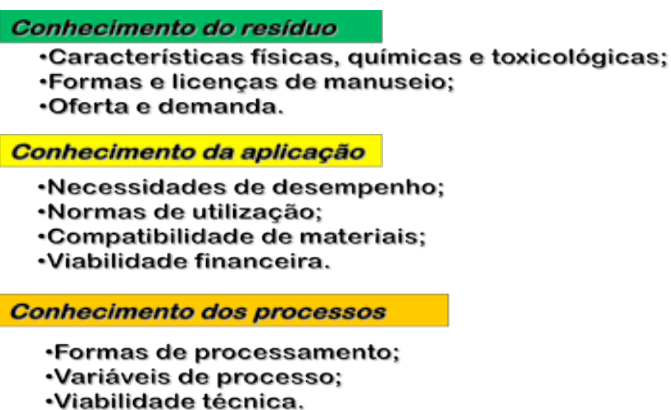
O novo sistema tem se mostrado especialmente eficiente no campo da engenharia de materiais por dois motivos principais. Primeiro porque os avanços no campo dos materiais são fruto de conhecimentos científicos interdisciplinares e de investigações e testes de desempenho que requerem diferentes especializações. E, segundo, porque as inovações em materiais têm custos elevados, devido ao longo tempo de maturação, ao preço dos insumos e equipamentos, aos testes, padronização até a certificação final, além das mudanças tecnológicas produtivas e organizacionais na fase da produção industrial. Nesta última década, a pesquisa científica e tecnológica, especialmente a P&D, vem assumindo novas formas no sentido de uma concepção sistêmica e integrada. De uma maneira geral, o que mais chama a atenção nesse processo, no campo dos materiais, é a grande variedade de descobertas de propriedades dos novos usos e da variedade de aplicações desenvolvidas. O resultado final é um número muito grande de materiais alternativos aos que vinham sendo tradicionalmente utilizados. Há um abandono do multi uso -um mesmo material para vários produtos- no sentido de uma especialização maior dos materiais - várias opções de material para um mesmo produto.

Como resultado minimiza-se tempo, trabalho e recursos financeiros dispendidos a cada projeto, além dos impactos ambientais, e maximiza-se desempenho, segurança, conforto e competitividade para o produtor e satisfação do consumidor final. Tudo isso com um ganho adicional de competência técnica geral para os setores envolvidos.

3 - Metodologia

A metodologia aplicada aos *cases* apresentados seguiu 3 etapas principais, que são: o conhecimento do resíduo, o conhecimento da aplicação e o conhecimento dos processos de transformação, conforme Figura 5.

Figura 5 – Etapas para a aplicação da Economia Circular



Na etapa do conhecimento do resíduo, são determinadas as características físicas, químicas e toxicológicas dos resíduos, suas formas e licenças de manuseio, bem como a análise quantitativa de oferta e demanda.

Na etapa do conhecimento da aplicação, é fundamental o conhecimento das características finais de desempenho dos produtos finais, bem como normas de utilização, compatibilidade de materiais e sua viabilidade financeira de processamento.

De posse das informações iniciais dos resíduos utilizados e da aplicação final dos produtos a serem obtidos, definem-se as etapas e processos para a sua execução. Nesta etapa, explicitam-se as formas de processamento, suas variáveis de processo e a viabilidade técnica e funcional para a sua execução.

4 – Resultados e Discussão

A seguir serão apresentados *cases* de aplicação prática da utilização de resíduos como matéria-prima para o desenvolvimento de novos materiais, conforme as bases da economia circular e logística reversa.

4.1 – Do Calçado para a Construção Civil: neste *case*, resíduos têxteis recobertos com poliuretano e de solas de EVA (Copolímero Etileno-acetato de Vinila) (Figura 6) da indústria calçadista foram processados de acordo com uma formulação específica e foram utilizados como agregado leve em substituição à areia convencional na construção civil.

Figura 6 – Resíduos da indústria calçadista



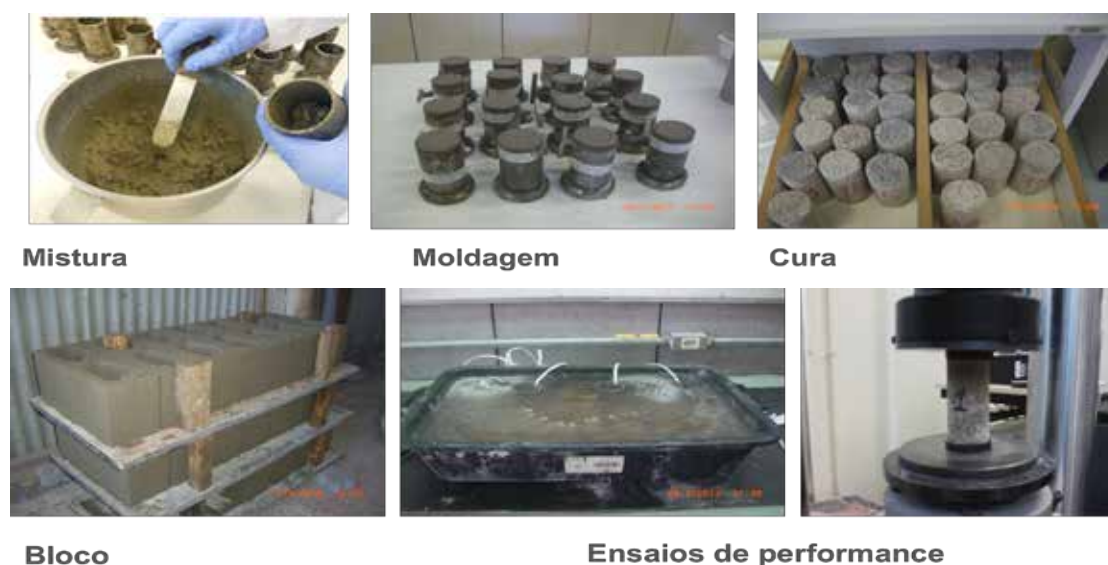
Estes resíduos foram moídos, extrusados, novamente moídos até a obtenção do agregado leve reciclado, conforme Figura 7.

Figura 7 – Processos para a obtenção do Agregado Leve Reciclado



Através de uma formulação adequada à sua utilização, o agregado leve reciclado foi incorporado à massa cimentícia para o desenvolvimento de elementos da construção civil, mais leves, mais baratos e de mesmo desempenho estrutural, conforme Figura 8.

Figura 8 – Mistura, moldagem e testes dos novos elementos da construção civil



4.2 – Da Ornamentação para a Parede: neste *case*, resíduos do processo de corte, polimentos e acabamento dos blocos de mármore (Figura 9) da indústria da ornamentação foram processados de acordo com uma formulação específica e foram utilizados como substituintes à areia em argamassa de assentamento na construção civil.

Figura 9 – Resíduos da indústria da ornamentação



As formulações de argamassas obtidas foram testadas conforme as normas específicas de desempenho, como o Ensaio de Consistência e a Resistência ao Arrancamento, conforme Figura 10.

Figura 10 – Ensaio de performance na argamassa de assentamento



Obteve-se um produto cuja formulação conseguiu substituir, em sua totalidade, a areia e a carga pelo pó de mármore, com igual processabilidade, consistência e expressiva redução de custo.

4.3 – Da Indústria Moveleira para a Construção Civil: neste *case*, resíduos da indústria moveleira (Figura 11) que utiliza placas de MDF (*Medium Density Fiberboard*) na confecção de móveis e utensílios são incorporados à uma formulação polimérica para a obtenção da chamada “madeira plástica”, tecnicamente conhecida como NWPC (*non-wood plastic composites*).

Figura 11 – Resíduos da indústria moveleira



Resíduos de MDF

Estes resíduos foram moídos, incorporados a uma matriz polimérica a base de PVC (Policloreto de Vinila), extrusados e peletizados, conforme Figura 12.

Figura 12 – Processamento para a obtenção do pellet de NWPC



Os *pellets* de NWPC foram novamente extrusados ou injetados para a obtenção de novos produtos para os mais variados mercados: construção civil, calçado, automotivo, metal-mecânico, entre outros. Peças (Figura 13) como assoalho e decks, postes, roda-pés, peças técnicas, tubos e apoios com ótimas propriedades de não inflamabilidade e não propagação da chama, baixa absorção de água e alta resistência à intempérie são os diferenciais em relação aos materiais tradicionais como madeira e aço.

Figura 13 – Novos produtos de NWPC





4.4 – Do Vestuário para a Construção Civil: neste *case*, resíduos têxteis (Figura 14) oriundos da indústria do vestuário foram processados no sentido de obter novos elementos para a construção civil.

Figura 14 – Resíduos da indústria têxtil

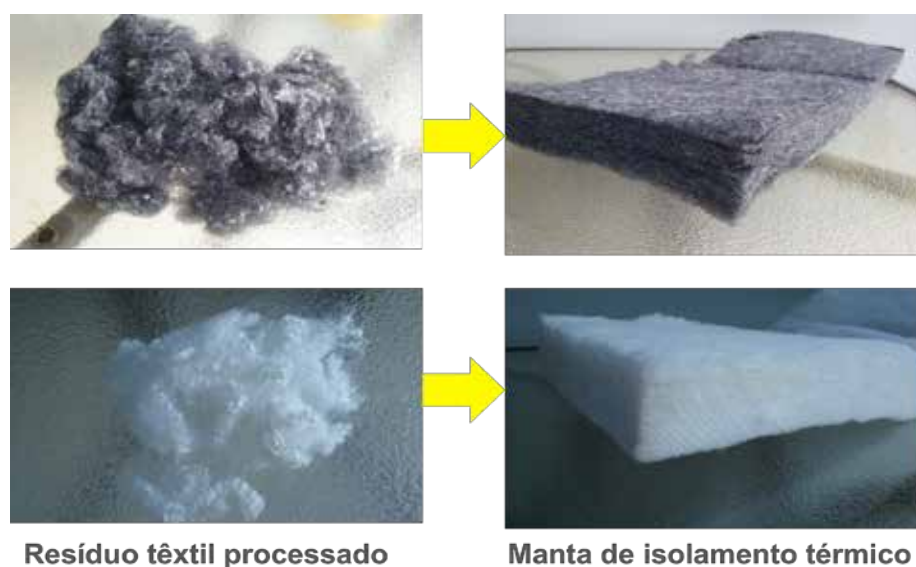


Resíduo têxtil

Estes resíduos foram moídos, aglutinados com fibras virgens e novamente termo-

mecanicamente formados através do processo de *wet-laid*, onde obteve-se mantas de diversas espessuras e gramaturas (Figura 15), no intuito de atuarem com a função de isolantes térmicos em modelos construtivos modulares ou contínuos.

Figura 15 – Mantas de Isolamento Térmico



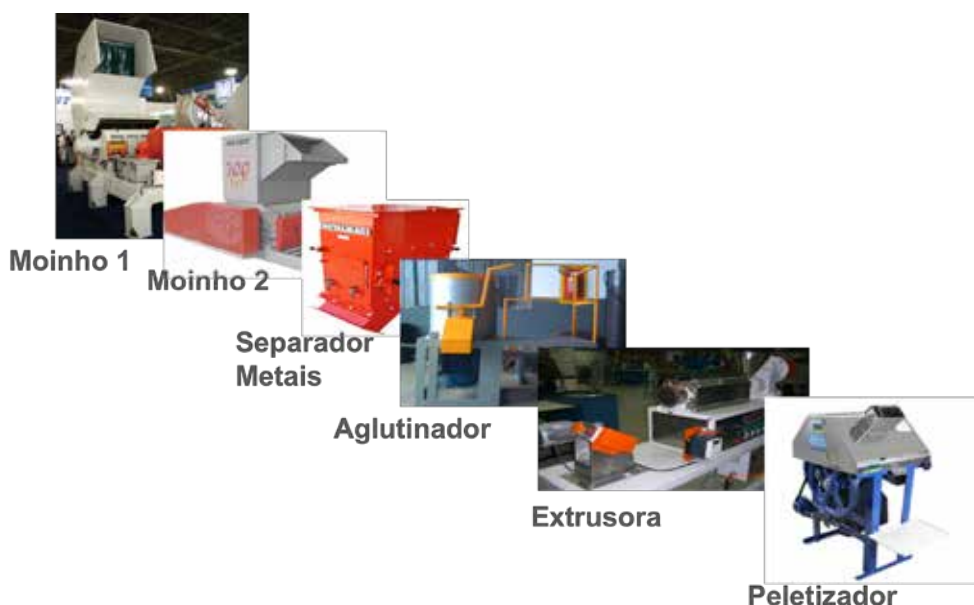
4.5 – Do Calçado para a Calçado: neste típico *case* de logística reversa, uma tradicional fabricante de sapatos femininos e outra focada em artigos esportivos (Figura 16), promoveram a coleta de seus produtos após o uso, em uma campanha de marketing e fidelização com a marca.

Figura 16 – Processamento dutos usados



Estes resíduos foram moídos, tiveram seus metais separados por imã, micronizados, aglutinados em matrizes poliméricas, extrusados, encapsulados e peletizados conforme as características dos futuros novos materiais, de acordo com a Figura 17.

Figura 17 – Processos para o encapsulamento dos resíduos



Uma vez obtido o *pellet*, direcionou-se o mesmo para o processo de injeção, onde novos materiais foram criados, segundo as particularidades do design e da sua funcionalidade técnica, conforme Figura 18.

Figura 18 – Novo produto obtido através do processo de injeção



5 – Conclusões

As oportunidades de novos materiais apresentadas e a aplicabilidade prática dos novos produtos obtidos através dos conceitos da Logística Reversa e Economia Circular produzidas a partir do resíduos das indústrias evidenciam um caminho cada vez mais sólido a ser trilhado, não só pela área do Design, como também pela Engenharia de Materiais. Com a escassez dos recursos naturais em função do aumento desenfreado do consumo mundial, a necessidade de substituir as matérias-primas tradicionais por resíduos da própria indústria ou de outra é uma realidade cada vez mais clara no mundo industrial.

No entanto, é importante destacar que o sucesso da escolha do método e dos novos produtos finais perpassa pela clara definição das características de performance requeridas pelas normas e critérios de desempenho. Nenhum processamento de resíduos e sua utilização total ou parcial como matéria-prima tem sentido se o produto final não tiver aceitação ou aplicabilidade real.

Paralelo a tudo isso, destaca-se ainda o dimensionamento físico-financeiro, de forma que todas essas novas etapas de processamento precisam ser mensuradas também no aspecto econômico. Custos de processamento do resíduo para deixá-lo na característica disponível para ser usado como matéria-prima não pode ser superior ao já praticado pelo processo atual acrescido do custo de disposição atual.

Adicionalmente, sob o aspecto ambiental e sustentável destaca-se que nos *cases* apresentados o reprocessamento do rejeito, que antes era descartado no meio ambiente, pode ser reciclado em um novo material compósito, minimizando os efeitos ao meio ambiente e o impacto antrópico.

Referências

- ANDRADE, L.; MEDEIROS, R. **Reaproveitamento de rejeitos de EVA para a produção de placas utilizáveis na construção civil**. Revista Científica Linkania Master. Ano 2. No. 3. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE COMPONENTES PARA COURO, CALÇADOS E ARTEFATOS - ASSINTECAL – **Quantificação do Uso de Materiais da Indústria Calçadista**. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Desempenho de Edificações Habitacionais**. Rio de Janeiro; 2013.
- BARAUNA, D.; SOUZA, S.; TREIN, F.A.; RAZERA, D.L. **Design para a Sustentabilidade na Economia de Materiais: uso de resíduos no desenvolvimento de produtos**. Revista Mix Sustentável - Edição 07/V3.N3. 2017.
- COELHO, L. **Tecnologia contra o desperdício**. Revista Arquitetura e Urbanismo, 22(161), 82-86. 2007.
- COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Logística Reversa**. 2014.
- CRUZ, M.P.; **Aplicação de resíduo industrial para isolamento térmico: uma proposta para utilização do poliuretano de mamona com agregado de resíduo plástico termofixo**. Dissertação de Mestrado Programa de Engenharia de Produção, UFRN. Natal, RN, 2009.
- GADEA, J.; RODRIGUEZ, P.L.; CAMPOS, P.L.; GARABITO, J.; CALDERÓN, V. **Lightweight mortar made with recycled polyurethane foam**. Cement & Concrete Composites, v.32. p. 672 – 677. 2010.
- GATELLI, E. **Processo de Couro: aproveitamento eficiente da pele e subprodutos da cadeia**. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. UFRGS. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA – INMETRO, **Manual para implementação do REACH – Barreiras Técnicas às Exportações**. 1ª Edição. Rio de Janeiro. 2009.

JALALI, S.; PACHECO-TORGAL, F.; DING, Y. **Properties and durability of concrete containing polymeric wastes (tyre rubber and polyethylene terephthalate bottles): an overview**. Construction and Building Materials v.30.714 – 724. 2012.

LA MANTIA, F. **Handbook of Plastics Recycling**. Shropshire, UK: Rapra Technology Limited. 2002.

LEITE, P.R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. Pearson Prentice Hall, 2ª ed. São Paulo. 2013.

MEDINA, H.; NAVEIRO, R. M. **Materiais Avançados: Novos Produtos e Novos Processos na Indústria Automobilística**. Revista Produção. V.8, N. 1, p.29-44. Belo Horizonte. 1998.

PAPANEK, V. **Design para el mundo real: Ecologia humana e cambio social**. Madrid: Ediciones Blume, 1977.

PAZMINO, A. V. **Uma reflexão sobre Design Social, Eco-Design e Design Sustentável**. I Simpósio Brasileiro de Design Sustentável. Anais. Curitiba, 2007.

ROBINSON, L.C., **Estudo sobre o nível de evolução da indústria calçadista para o desenvolvimento de calçados ecológicos**. Dissertação de Mestrado Ambiental – Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, 2009.

SANTIAGO, E.; LIMA, P.; LEITE, M.; TOLEDO FILHO, R. **Mechanical behavior of recycled lightweight concrete using EVA waste and CDW under moderate**. Revista IBRACON de Estruturas de Materiais, v.2, p. 211 – 221. 2009.

SILVA, R.C.; SANGOI, R.F.; ESPINOZA, M.W. **Relatório sobre a Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Estado do Rio Grande do Sul**: FEPAM e FNMA, 27p. 2006.

TREIN, F.; VARGAS, A.; RODRIGUES, M.; GOMES, J. **Evaluation of the Mechanical and Environmental Behavior of Alkali-Activated Mortars Containing PU/EVA-Based Waste**. Congresso Luso-brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis - CLB-MCS. Guimarães, Portugal. 2014.

Marco Aurélio Schmidt, Marli Everling, Adriane Shibata Santos *

Materiais e processos na indústria náutica: o delineamento de um desenvolvimento projetual



Marco Aurélio Vieira Schmidt
Mestre; Univille
<namar_marco@hotmail.com>

Marli Teresinha Everling
Doutora; Univille
<marli.everling@gmail.com>

Adriane Shibata Santos
Doutora; Univille
<adriane.shibata@univille.br>

Resumo A definição de materiais e processos no desenvolvimento de um produto pode direcionar o processo projetual a ser aplicado e, em alguns casos, promover a inovação. Considerando a indústria náutica brasileira, seu contexto e necessidades, este artigo apresenta o resultado de um projeto de mestrado que objetivou criar uma proposta de produto para ganho de eficiência operacional, aumento da produtividade e redução do desperdício. Como resultado foi elaborado um sistema de plataforma modular que comporta três modelos de embarcações e seus diferentes acessórios. Considerando requisitos do ecodesign, o resultado também apresentou o potencial de ganhos e redução de custos na cadeia produtiva, considerando a empresa, as pessoas e o meio ambiente.

Palavras chave Materiais, ecodesign, setor náutico.

Materials and nautic industry process: the design of a projectual

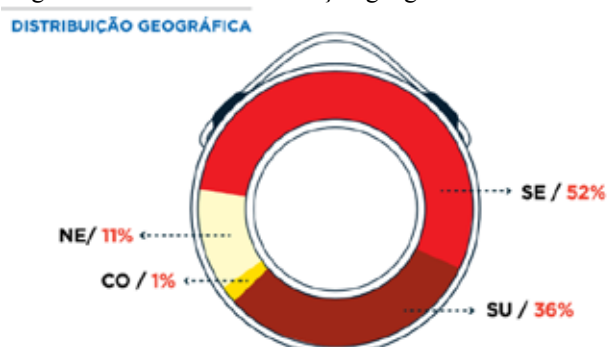
Abstract *The definition of materials and processes in product development can direct the design process to be applied and, in some cases, promote innovation. Considering the Brazilian nautical industry, its context and needs, this article presents the result of a master's project that aimed to create a product to gain operational efficiency, increase productivity and reduce waste. As a result, a modular platform system has been developed that includes three models of boats and their different accessories. Considering ecodesign requirements, the result also presented the potential for gains and cost reduction in the production chain, considering company, people and environment.*

Keywords *Material, ecodesign, nautical realm.*

Contextualização

Para o desenvolvimento do projeto aqui apresentado, mostrou-se essencial compreender o cenário ao qual se destina o produto desenvolvido, sendo realizados estudos sobre o segmento náutico brasileiro, conceitos de ecodesign, sistemas de fabricação, modularidade, critérios, variações e oportunidades de embarcações e seus implementos. Conforme a Associação Brasileira dos Construtores de Barcos e Seus Implementos - ACOBAR (2005), o segmento náutico no Brasil somente ganhou força e se consolidou no cenário econômico nacional entre 1970 e 1980. A partir de 1990, o setor estabeleceu padronização de processos de fabricação, qualidade e reconhecimento internacional por meio da implementação de tecnologias e design diferenciado em relação aos produtos da mesma categoria de origem europeia e norte americana, ganhando força e reconhecimento mundial, abrindo canais para exportação e competitividade para produtos importados (SEBRAE, 2014). No Brasil, a demanda por embarcações de esporte e lazer é sazonal, pois o aumento da demanda se concentra em períodos climáticos quentes, com exceção das embarcações de pesca esportiva, para as quais ocorre um aumento da procura nos climas amenos, demandados por períodos de captura de peixes de águas frias. Segundo o relatório da ACOBAR (2005), com a estruturação do canal de comércio para embarcações de esporte e lazer, o setor de turismo ganhou força e movimentou mais de seis trilhões de dólares, com crescimento médio de 5% ao ano. As regiões sul e sudeste concentram mais de 85% dos estaleiros, conforme demonstrado na figura 1:

Figura 1: Gráfico da distribuição geográfica dos estaleiros brasileiros.



Fonte: ACOBAR, 2012.

Cerca de 83% da frota brasileira de embarcações é de barcos a motor, sendo que cerca de 60% destas embarcações têm entre 20 e 26 pés. Dos estaleiros brasileiros, 53% são responsáveis pela produção destes barcos, ou seja, a frota brasileira de embarcações de esporte e recreio acima de 16 pés compreendia entre 2010 e 2012 um conjunto de aproximadamente 70.000 embarcações, entre lanchas e veleiros, que movimentam em média de R\$ 5,3 bilhões de reais no ano de 2010 (ACOBAR, 2012).

A lancha no modelo esporte e recreio de pequeno porte é destinada à navegação em águas abrigadas ou próximas à costa, portanto é um produto explorado pelos estaleiros para o mercado de pesca amadora, prática de esportes náuticos e para o lazer. São embarcações motorizadas e que não exigem vasta experiência de navegação e conhecimento sobre condições dos ventos e das marés, como os exigidos para navegação em veleiros. As lanchas de esporte e recreio de 16 pés são consideradas produtos de novos entrantes de mercado, pois muitos estaleiros oferecem modelos desta categoria como primeira opção de suas linhas de produtos. Estes produtos

exigem motorização de baixa potência, são extremamente funcionais, com baixa manutenção, projetados para até seis pessoas, sendo possível guardar em casa e ser transportados com auxílio de reboques com carros de médio porte. São ideais para pessoas que não possuem experiência com o universo náutico ou que gostam de navegar sem gastar muito.

Com o grande número de estaleiros e embarcações produzidas todos os anos, observa-se a tendência do agravamento dos impactos ambientais, além da dificuldade no controle de matéria prima, aumentando o desperdício em toda a cadeia produtiva, uma vez que a fabricação das embarcações é artesanal e com pouca automatização de processos. Observa-se que o impacto gerado pela indústria náutica engloba todo seu ciclo de vida: produção, uso e descarte. Na produção, além da aplicação do PRFV¹ como matéria prima principal das embarcações, um problema bastante comum nos estaleiros brasileiros é a estocagem de materiais e componentes. Com relação ao uso, os barcos a motor demandam muitos combustíveis fósseis, poluindo o ar e as águas. No descarte, apesar de ser um produto de vida útil longa, o material compósito de fibra de vidro que compõem a embarcação não é passível de reciclagem, sendo os barcos normalmente abandonados em terrenos baldios ou fatiados e direcionados a lixões ou aterros.

Considera-se este contexto como uma oportunidade para o desenvolvimento de projetos e produtos náuticos com menor impacto ambiental e com eficiência operacional, pois é o momento ideal para consolidar a cultura ecológica no desenvolvimento de novos produtos com o apoio e incentivos do governo e do mercado receptivo por produtos ecológicos influenciados por outros mercados, campanhas e outras iniciativas.

A partir desta contextualização, estabeleceu-se o seguinte problema de pesquisa: como incentivar novos consumidores de mercado náutico e propor uma solução para a sazonalidade, com ênfase na eficiência operacional e ecodesign? Como hipótese, tem-se que o desenvolvimento de um sistema de plataforma modular para a indústria náutica é uma alternativa para ganho de eficiência operacional, aumento da produtividade e redução do desperdício, pois torna possível a atuação do mesmo produto em segmentos de mercado diferentes. Outra hipótese é que o projeto modular reflete na redução de custo de manufatura, que pode ser repassada para o consumidor final, contribuindo com a quebra de paradigma que produtos náuticos são exclusivos do mercado de luxo. As lanchas de 16 pés são consideradas embarcações de baixo custo, preço de automóvel popular, que devido ao pequeno porte, são de fácil transporte, não requerem marina e têm baixo custo de manutenção. A pesquisa também objetivou a redução do desperdício no processo produtivo com foco no ecodesign como requisito de projeto, desde a conceituação, visando a redução do impacto ao meio ambiente e refletindo diretamente na rentabilidade financeira para o fabricante.

Design no setor

O mercado náutico brasileiro, focado no segmento de lanchas de esporte e recreio de 16 a 32 pés, está começando a desenvolver produtos por meio de processos metodológicos de design, influenciado por profissionais com formação em desenho industrial e design de produto. Apesar de ainda muito incipiente, gradativamente as empresas do setor náutico brasileiro estão investindo em pesquisa e desenvolvimento, visando o planejamento de investimentos e diferencial competitivo, o que contribui para definição de estratégias, reduz os erros de

¹ Polímero reforçado com fibra de vidro, popularmente conhecido como fibra de vidro.

execução e ajuda na criação de famílias de produtos que consolidam as características das marcas no mercado. As indústrias náuticas e estaleiros brasileiros seguem a tendência do mercado Europeu, reproduzindo inovações apresentadas em salões náuticos internacionais, como o *Miami Boat Show* nos EUA. As necessidades de mercado e características de produtos de outros países não estão alinhadas ao mercado brasileiro, que exige dos fabricantes um produto “tropicalizado”, como por exemplo, embarcações com um melhor aproveitamento do espaço externo em contraponto ao explorado nos produtos internacionais, que possuem cabines amplas e automatizações que encarecem o produto (ACOBAR, 2012).

A linha de produção da indústria náutica não tem a mesma natureza de larga escala da indústria automotiva, mas as preocupações com a qualidade, padronização do fluxo operacional e processo de produção são similares, levando o custo benefício como peso na tomada de decisão, tanto para o empresário quanto para o cliente final.

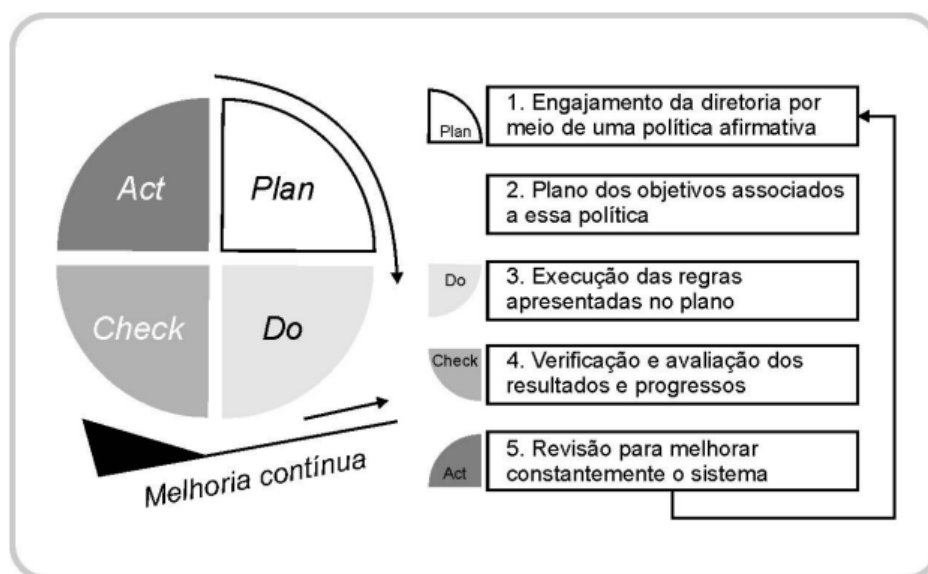
O mercado náutico brasileiro, atualmente, mostra-se agressivo e competitivo, sendo necessárias estratégias de diferenciação de produtos por meio do design para garantir sobrevivência do segmento no mercado. Investir em inovação na área e em pesquisas de tendências de mercado pode ser uma estratégia que, além de promover a marca e o produto, pode tornar o negócio mais rentável e pioneiro no segmento. Para os estaleiros de maior porte, com uma marca consolidada no mercado, o design é uma ferramenta importante de inovação e de diferencial competitivo, sendo capaz de influenciar no futuro cultural e social das pessoas, de outros estaleiros e na comercialização do produto (SEBRAE, 2014).

Ainda assim, o processo e a consolidação do método dependem diretamente da experiência dos estaleiros e do histórico de erros e acertos no desenvolvimento de novos produtos, pois as embarcações de fibra de vidro requerem grandes investimentos na confecção de moldes e a permanência do modelo no mercado pode durar até uma década com pequenas alterações, estendendo ao máximo o ciclo de vida do produto. Deste modo, um dos desafios neste segmento para o design é o de criar produtos inovadores, considerando questões focadas na sustentabilidade.

Ecodesign

Conforme Manzini e Vezzoli (2005, pg.17), o “ecodesign é um modelo ‘projetual’ ou de projeto (design), orientado por critérios ecológicos” que, de acordo com Borchardt et al. (2008), foi introduzido na indústria na década de 1990. Kazazian (2005) destaca que, mesmo com aplicação de critérios ecológicos no desenvolvimento de produtos, não existe um produto totalmente ecológico, pois qualquer processo produzirá algum tipo de impacto. Assim, segundo o autor, o ecodesign seria uma abordagem de melhoria contínua, que visa “um ciclo de fluxos, de sinergias de atores”, abordados nos programas ISO 14000, conforme PDCA da Figura 2.

Figura 2: Roda de Deming.



Fonte: Kazazian, 2005.

O desafio do ecodesign dentro do segmento náutico está em inserir no modelo cultural de desenvolvimento de produtos e no ciclo de vida de uma embarcação, a visão sistêmica de toda a cadeia produtiva, tornando assim, as oportunidades ilimitadas. As embarcações de fibra de vidro, por sua natureza, já possuem uma durabilidade prolongada frente a materiais convencionais da prática industrial, como alguns plásticos, e ainda assim, passível de manutenção. Mas o material compósito de fibra de vidro é tóxico e se descartado de forma indevida é poluente e de grande impacto ambiental. O desperdício da matéria-prima ocorre em todo o ciclo produtivo e o produto final agrava ainda mais os impactos ambientais, que são tratados com seriedade nas metodologias de projeto apoiado pelo ecodesign.

Por meio do ecodesign é possível repensar os produtos, considerando requisitos ecológicos, adoção de melhorias técnicas disponíveis e produção limpa (economia de energia e matérias-primas, preservação da biodiversidade, minimização de resíduos, utilização de tecnologias limpas, uso de combustíveis renováveis, etc.). Assim, o ecodesign pode ser um fator diferencial do produto, como também um atributo de qualidade deste produto, o que requer a consideração de alguns princípios, aplicados nas etapas do ciclo de vida de um produto (pré-produção, produção, distribuição, uso, descarte), de modo a prever e prevenir o potencial de agressividade ao meio ambiente (BREZET & HEMEL, 1997; KINDLEIN JR. et al., 2004; MANZINI & VEZZOLI, 2005 apud SANTOS, 2011).

Estes princípios podem ser sintetizados como: (1) otimização na utilização de materiais: escolha e utilização de materiais de baixo impacto ambiental; minimização do emprego de recursos materiais não renováveis; materiais menos poluentes, não tóxicos, de produção sustentável ou reciclados ou que requerem menor emprego de energia na fabricação; produtos biodegradáveis ou recicláveis e com baixa utilização de materiais compósitos; (2) produção limpa: economia ao máximo do uso de água, ar, espaço, energia ou outros recursos não renováveis; (3) distribuição eficiente: minimização de embalagens; utilização de meios eficientes de transporte; redução no volume e peso de armazenagem; (4) utilização/processo limpo: produzir produtos que durem mais tempo e funcionem melhor a fim de gerar menos lixo; trabalhar a modularidade, permitindo ao usuário criar novos produtos à sua conveniência;

durabilidade dos produtos ao invés de serem descartáveis; (5) otimização do fim de vida: propiciar a reutilização dos produtos, promovendo a estes um novo uso após o descarte; criar objetos cujas peças possam ser trocadas em caso de defeito, pois assim não é todo o produto que é substituído, o que também gera menos lixo; projetar o objeto para sobreviver a seu ciclo de vida; criar ciclos fechados sustentáveis; facilitar a desmontagem e reciclagem de peças; estimular a remanufatura.

Os sistemas de produção devem estar integrados aos critérios e requisitos ecológicos para que os resultados sejam alcançados em sua totalidade. Quanto mais conscientes e preocupadas as indústrias náuticas estiverem ao longo dos sistemas de produção, que podem ser como o praticado pelo modelo Toyota, processo produtivo em série e modular, maiores os benefícios alcançados por meio do ecodesign e com produtos ecoeficientes lançados no mercado.

Análise do Material de Processo de Fabricação do Produto

Para o segmento náutico existem muitas variações e possibilidades de materiais a serem aplicados: aço, alumínio, madeira, PRFV ou até mesmo combinações destes. Algumas embarcações chegam a operar até 20 horas por dia em regime contínuo. Assim, os projetos de embarcações comerciais devem considerar como premissa a segurança e o funcionamento ao extremo dos equipamentos, com materiais para suportar condições extremas (NASSEH, 2000).

Como destacado anteriormente, o PRFV é o material mais utilizado no segmento por questões econômicas, de durabilidade e resistência suficientes para embarcações de esporte e recreio, refletindo no número de unidades produzidas até hoje. Outra característica que ainda assegura a utilização deste compósito é que pode ser facilmente, corrigido e retrabalhado.

O PRFV é um material muito utilizado por empresas deste segmento e atende ao grande volume de produção da área. É um material leve em relação a outros materiais aplicados no segmento náutico e economicamente viável para a produção seriada, justificado seu uso pela durabilidade e resistência. Possibilita uma infinidade de formas, aplicações, cores e processos, para um melhor rendimento. A performance da embarcação nem sempre está ligada ao peso ou ao formato do casco, mas na combinação dos dois. Cascos bem projetados para maiores velocidades, combinados ao material de baixa aderência, leve e resistente, podem mudar drasticamente o resultado no mercado e, como benefício, o PRFV pode ser moldado em uma forma com a geometria projetada e replicada de maneira seriada e progressivamente industrializada. Conforme demonstrado na tabela 1, a fibra de vidro, em comparação a outros materiais usados no segmento náutico e naval, apresenta benefícios que somados são mais vantajosos para a produção em maior escala como nas embarcações de esporte e recreio.

Tabela 1: Comparativo de materiais e características

	alumínio	fibra de vidro	plywood	strip planking	cold molded	aço
custo	6	8	9	9	7	9
facilidade de construção	7	9	9	9	8	8
velocidade de construção	7	9	9	9	8	8
efeitos climáticos	9	8	7	7	7	9
experiência prévia	6	9	8	8	8	8
escolha pessoal	8	10	8	9	8	7
manutenção	7	10	6	7	7	6
performance	9	10	7	8	9	6
valor de revenda	8	10	6	6	8	7
disponibilidade do material	6	9	9	9	9	7
TOTAL	73	92	78	81	79	75

Fonte: Nasseh, 2000.

A tabela acima demonstra que o PRFV é um material com características superiores aos demais materiais, como resultado, o custo benefício sugere o uso do material para embarcações de recreio devido à sua velocidade de produção, custo razoável, alta durabilidade e resistência, propiciando segurança ao usuário e valorização de revenda.

Segundo Nasseh (2000), os materiais compósitos são utilizados para a fabricação de casco, convés e peças de interior, como piso e teto de cabine, plataforma de porão, painel, consoles, assentos, tampas, para-brisas, entre outros. Isso, devido ao fato de que são componentes fabricados com auxílio de moldes, podendo replicar o componente igualmente mais de uma vez, sendo impossível para outros tipos de materiais.

O PRFV é um material que não permite a reciclagem por se tratar de um compósito termofixo, porém existem iniciativas que propõem reutilizar o compósito triturado para a fabricação de materiais para a construção civil e em outros setores.

Para evitar que o descarte seja feito de forma indevida, é fundamental o planejamento do projeto do produto e do seu ciclo de vida, deixando a sua desmontagem facilitada para o destino correto de materiais complementares de uma embarcação, como inox, plásticos, elétrica, entre outros. Quando descartado o PRFV deve ser triturado e direcionado a aterros sanitários ou destinados a outros setores industriais que usam deste recurso como matéria prima principal ou complementar.

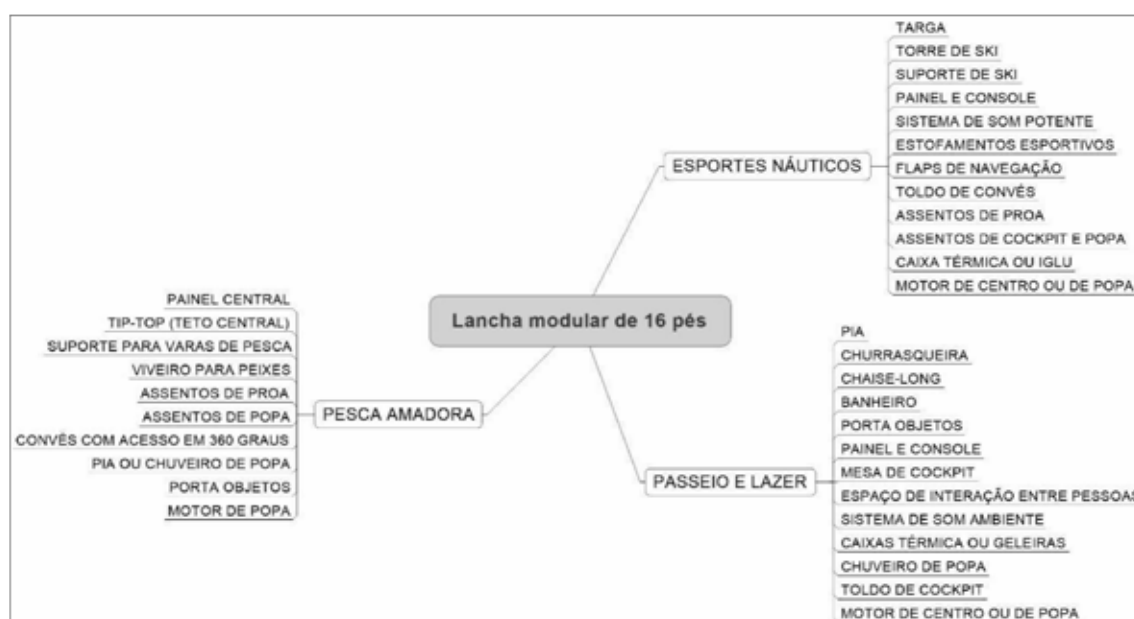
Este material possui uma vida útil quase que ilimitada e é possível de reparo, ou seja, é um material que não se deteriora com o tempo e com isso prolonga a vida útil de uma embarcação. Além disso, é possível reparar praticamente qualquer dano em sua estrutura e superfície, não havendo a necessidade de descarte. O PRFV também é um compósito e matéria prima comum devido ao baixo custo comparado a outros materiais usados na indústria naval e com isso, a escolha do PRFV para o desenvolvimento deste projeto se justifica pela durabilidade, possibilidade de manutenção e pelo baixo custo.

Requisitos

Com base nos estudos e análises da contextualização e diagnóstico, foram definidas diretrizes de projeto para o desenvolvimento da presente proposta. Foi identificado que o produto gerado a partir desta pesquisa deveria possuir características que servissem como direcionamento para o desenvolvimento de projeto, fundamentados pelas análises de produtos e do mercado náutico brasileiro. São três principais categorias de mercados mais explorados pelos construtores de barcos e seus implementos: 1 - embarcações para pesca amadora; 2 - embarcações para esportes náuticos; 3 - embarcações de passeio e lazer.

É comum os estaleiros produzirem vários modelos para atender às especificidades dos diversos segmentos de mercado. Mesmo assim, existem possibilidades de diferenciação de produtos e atributos funcionais que podem ser explorados em apenas um único modelo, mas acabam sendo deixados em segundo plano, por falta de planejamento de projeto. São produtos ou acessórios que podem estar disponíveis em apenas um modelo de embarcação, podem ser instalados de acordo com a demanda de mercado, evitando que uma embarcação seja desenvolvida por inteira, objetivando a contemplação de apenas um ou mais atributos funcionais. Para melhor entendimento, a Figura 3 representa a compilação, de acordo com a análise do mercado dos produtos similares de 16 pés, dos principais atributos funcionais dos três segmentos de mercado mais explorados pelos estaleiros brasileiros.

Figura 3: Atributos das categorias de embarcações



Fonte: Primária (2016)

Considerando esta necessidade, o ecodesign servirá como diretriz no processo de desenvolvimento da proposta, visando o menor impacto ambiental do produto por meio da minimização dos recursos durante a cadeia produtiva, distribuição e uso; nas escolhas de materiais e dos processos de fabricação; na otimização da vida útil e facilitando a desmontagem dos módulos. A partir dos tópicos apontados, o Quadro 1 destaca os direcionamentos definidos para o desenvolvimento do projeto, com viés no ecodesign.

Quadro 1: Requisitos de projeto com foco no ecodesign.

REQUISITOS DE PROJETO		ITEM
ECODESIGN	Minimização dos recursos durante a cadeia produtiva	OBRIGATÓRIO
	Minimização dos recursos durante a distribuição do produto	<i>DESEJÁVEL</i>
	Minimização dos recursos durante o uso do produto	<i>DESEJÁVEL</i>
	Materiais mais ecológicos	OBRIGATÓRIO
	Processos de fabricação de menor impacto	<i>DESEJÁVEL</i>
	Otimização da vida útil do produto	OBRIGATÓRIO
	Facilidade de montagem e desmontagem dos módulos	OBRIGATÓRIO

Fonte: Primária (2016).

No Quadro 2 são destacadas as características técnicas do produto desenvolvido.

Quadro 2: Características técnicas do projeto

FABRICANTE	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE PROJETO					
	VENTURA	FIBRAFORT	BAYLINER	CORAL BOATS	BRASBOATS	PROJETO
BARCO (NOME)	V160	FOCKER 160	160 BR	CORAL 160	FLYFISH 170	160
COMPRIMENTO (MT)	4,8	4,87	4,93	4,86	4,99	4,87
BOCA (MT)	1,9	1,77	2,18	1,9	2,24	1,9
CALADO (MT)	0,29	0,45	NA	0,28	0,24	0,31
ÂNGULO V DO CASCO (GRAUS)	NA	18	NA	NA	NA	18
ÂNGULO DO ESPELHO DE POPA (GRAUS)	NA	12	NA	NA	14	12
PESO SEM MOTOR (KG)	350	350	486	350	400	350
TANQUE DE ÁGUA DOCE (L)	NA	NA	NA	40	NA	40
TANQUE DE COMBUSTÍVEL (L)	45	55	68	28-60	80	60
MOTORIZAÇÃO (HP)	40 -60	40-75	60-100	60-90	75-115	40-90
CAPACIDADE DE PASSEGEIROS	5	5	5	5	5	5

Fonte: Primária (2016).

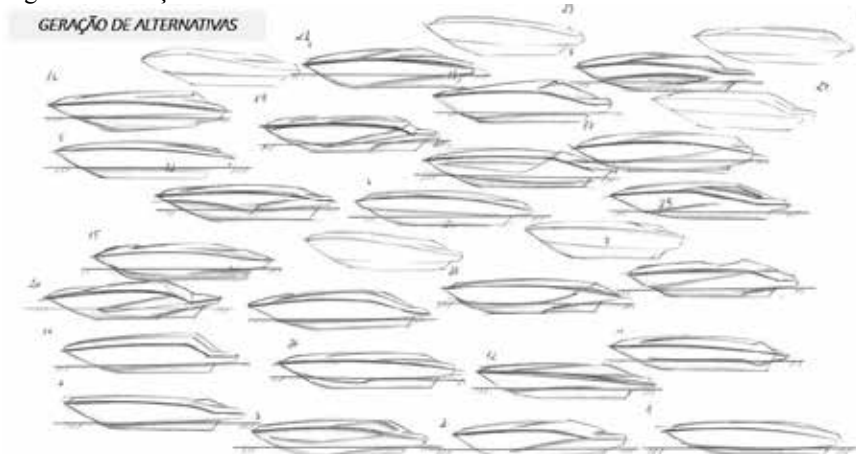
O comprimento é resultante da conversão de 16 pés para 4,87 metros. As demais características técnicas são resultantes do valor médio das embarcações analisadas, com exceção do peso, pois buscou-se utilizar o menor peso, a fim de prover o menor uso de material para a fabricação da lancha. Foram analisadas lanchas de 16 pés, com motorização de 40 a 115hp, sendo definida para este projeto a motorização de 40 a 90hp, que são mais populares entre os usuários de lanchas desta categoria.

Conceito e Decisões Projetuais

Como conceito foi proposto um produto que se adaptasse às necessidades do perfil do usuário e mercado, propiciando o maior aproveitamento da experiência para cada categoria de produto. O design externo deveria manter a harmonia e equilíbrio, que fosse atemporal e se adaptasse bem às categorias de esportes náuticos, pesca amadora e lazer.

Inicialmente foram geradas alternativas da vista lateral da embarcação. Esta etapa objetivou definir as linhas de casco, convés e união entre as partes. A vista lateral definiu o *sheerline*, que é a linha da união entre casco, convés e a geometria da embarcação, conforme demonstrado na figura 4.

Figura 4: Geração de alternativas de vista lateral



Fonte: Primária (2016).

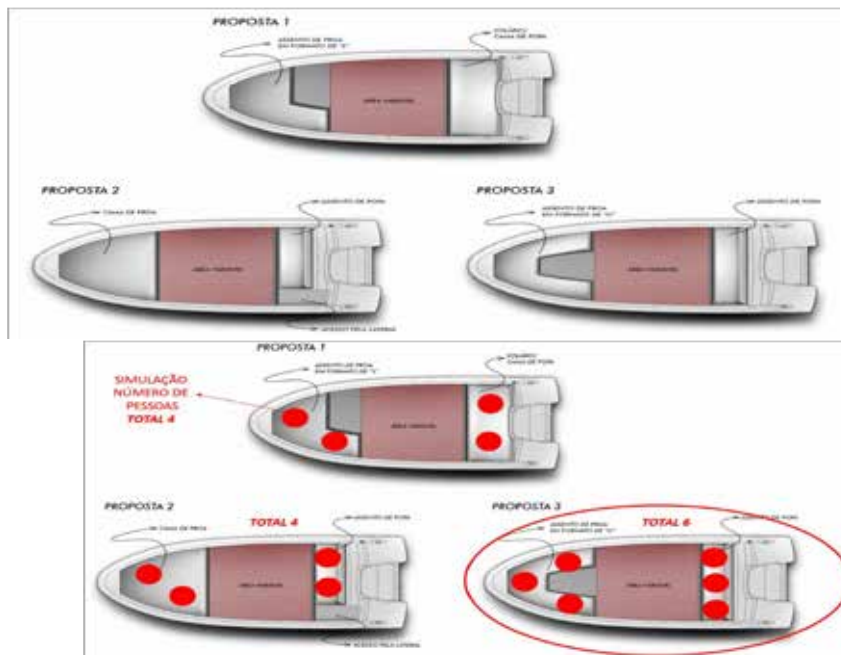
A alternativa selecionada decorreu da proposta que se apresentou em equilíbrio, podendo transitar entre as configurações de produtos sem que uma característica de algum segmento de produto atraísse mais a atenção nos traços da embarcação.

A geração de alternativas do layout do cockpit de base foi a fase mais importante para o desenvolvimento deste projeto. Foi definida a área exclusiva para a variação dos módulos de conversão para os três tipos diferentes de configuração de embarcação. Além disso, também foi definida a geometria do convés padrão para as três versões de produtos. Por ser uma embarcação de pequeno porte, proa e popa serão padrão nas três versões de embarcações, conforme identificado na análise de produtos de mercado e requisitos de projeto. Por esse motivo, para a área de cockpit central foram geradas as possibilidades de alternativas de módulos, sendo esta a área variável para o projeto.

Definida a área de trabalho do cockpit, partiu-se para a proposição de alternativas das áreas fixas do convés. As propostas variaram objetivando a melhor utilização do espaço padrão entre os produtos. Para o projeto, optou-se pelo layout da proposta 3, pois o assento de popa completo e assento de proa em “U” possibilitam um maior número de passageiros embarcados, conforme demonstrado na figura 5.

Figura 5: Alternativas vista lateral, cockpit e áreas fixas e base do convés.

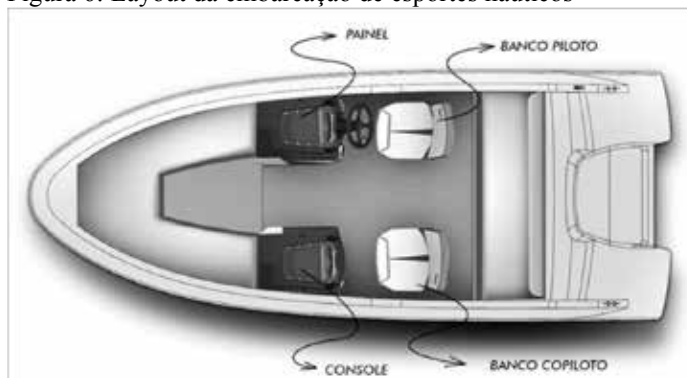




Fonte: Primária (2016).

Com o layout de base definido, foi dada atenção ao estudo de propostas de layout para a área variável da embarcação. A figura 6 apresenta o layout definido para a embarcação de esportes náuticos.

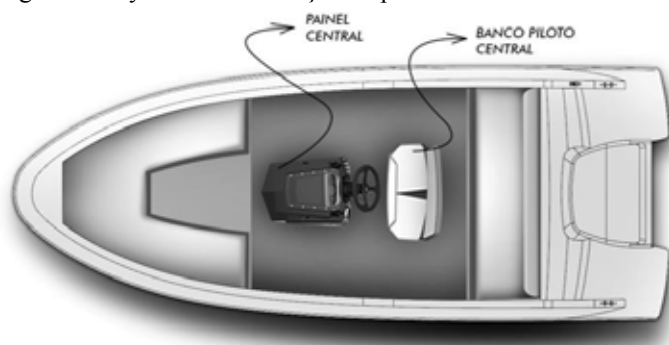
Figura 6: Layout da embarcação de esportes náuticos



Fonte: Primária (2016).

Este modelo possui banco piloto, banco copiloto, painel e console. Já para a lancha de pesca amadora, foi posicionado o comando central, ou painel central, e banco piloto central para facilitar que o pescador consiga andar dentro do cockpit em 360 graus, acompanhando o movimento do peixe ao redor da embarcação, conforme figura 7.

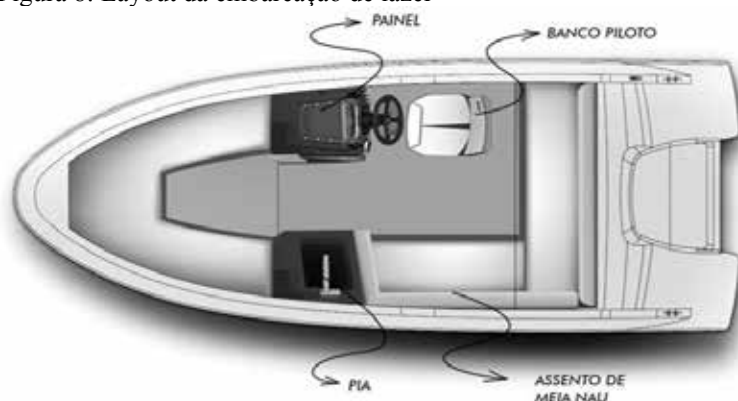
Figura 7: Layout da embarcação de pesca amadora



Fonte: Primária (2016).

A embarcação de lazer possui pia e assento meia nau, que tem por objetivo ampliar o número de ocupantes da embarcação para promover a interação, como se observa na figura 8.

Figura 8: Layout da embarcação de lazer



Fonte: Primária (2016).

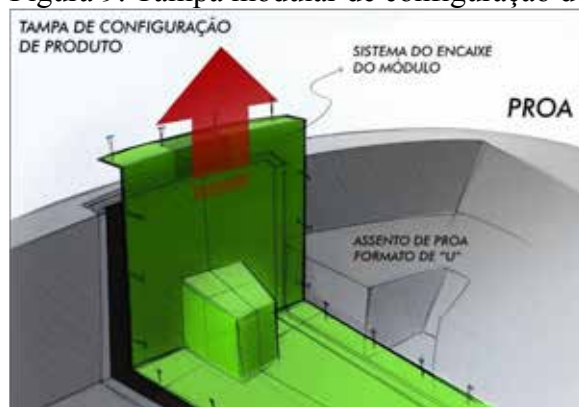
Com os layouts definidos, foi trabalhado o desenvolvimento do sistema de plataforma modular, com a definição do conceito de encaixe dos módulos e suas configurações.

Sistema de plataforma modular

O sistema de plataforma modular foi planejado para ser uma peça com encaixes dentro do convés para garantir a segurança dos tripulantes. Módulos removíveis pelos usuários podem gerar riscos para a embarcação, em requisitos estruturais e funcionais, pois requerem profissionais qualificados para instalação de componentes, como painel, com cabo de direção, sistemas elétricos e acessórios. Partindo desta observação, optou-se por uma proposta única de módulo e encaixe com sistema simples de abas de fixação e convites de encaixe, simulando um sistema de pote com tampa. O objetivo é garantir a estanqueidade no interior da embarcação e eliminar potenciais riscos de falhas de produto e segurança do usuário. Definiu-se que os diferentes módulos serão como tampas no convés. As três configurações de produto devem ser moldadas na geometria da tampa. O módulo será fixado ao convés por meio de parafuso, vedado com borracha e silicone, para não transpassar água no porão. Conforme demonstrado na figura

9, o módulo será fixado ao convés e à longarina, utilizando-se de massa bruta ou adesivo estrutural para manter o monobloco estrutural.

Figura 9: Tamba modular de configuração de produto



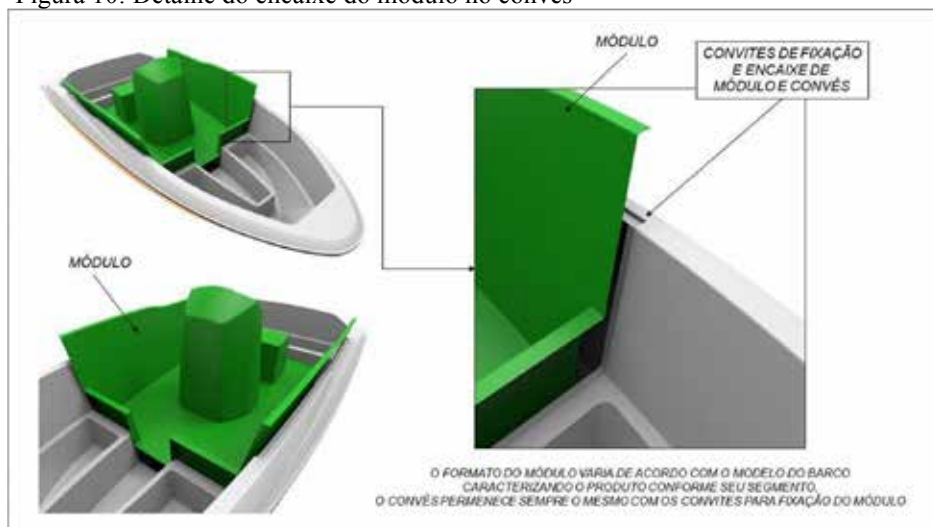
Fonte: Primária (2016).

Para a garantia da qualidade e eficiência do produto, a montagem do módulo deverá ser feita durante a manufatura, chegando ao consumidor final o modelo de acordo com o solicitado no ato da compra. O cabo de direção do painel responsável por direcionar o motor, por exemplo, impossibilita que seja viável a troca de módulos pelos próprios usuários, pois é necessário conhecimento técnico de profissionais habilitados para instalação e remoção de motor, sem comprometer a qualidade e segurança da embarcação. O módulo é responsável por transformar o produto na categoria de pesca amadora, esportes náuticos e lazer, cujo casco e convés funcionarão como plataforma de produto.

Para fabricação final do produto verificou-se a necessidade de estudos aprofundados de engenharia e análises envolvendo dados de propulsão, hidrodinâmica, centro de gravidade, boca, relação ao comprimento, entre outros. Com a modelagem de base finalizada, iniciou-se a etapa de refinamento do modelo 3D para a modularização das configurações dos produtos: pesca amadora, esportes náuticos e lazer.

A união do módulo foi projetada para fixação no convés por meio de encaixes em todo o contorno da geometria. As abas do módulo e convites de encaixe no convés garantem sempre a conformidade de instalação, servindo como convites de montagem. Os convites possuem a função de garantir a qualidade para que sempre seja fixado da mesma forma, garantindo a padronização do processo, conforme demonstrado na figura 10.

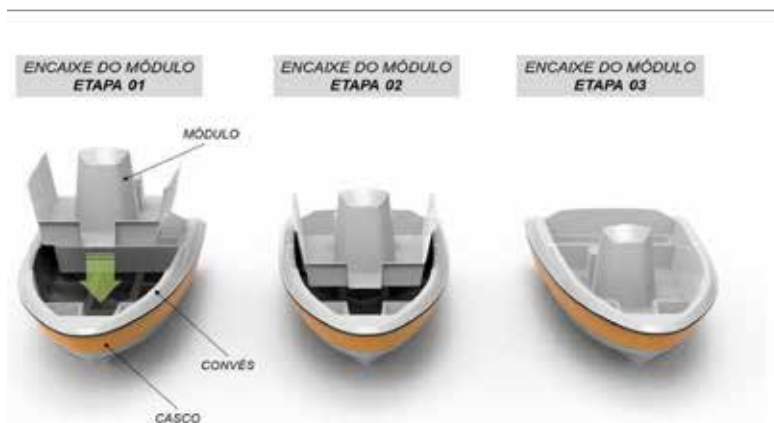
Figura 10: Detalhe do encaixe do módulo no convés



Fonte: Primária (2016).

O encaixe do módulo no convés pode ser feito antes ou depois da união do casco e convés. Para simular a etapa da montagem, a figura 11 destaca em três estágios o módulo no conjunto.

Figura 11: Encaixe do módulo no convés

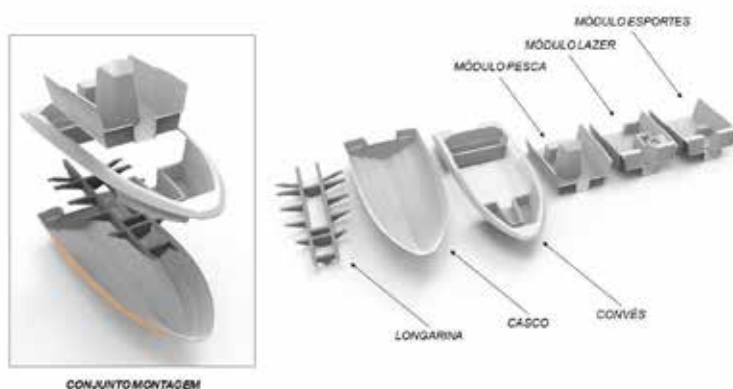


Fonte: Primária (2016).

Por se tratar de um sistema de plataforma, o procedimento de união dos módulos será sempre o mesmo, independentemente da versão da embarcação. A padronização da montagem e do processo garantem a eficiência operacional na manufatura da embarcação. Nesta etapa de projeto desenvolveu-se o dimensionamento do produto, a modelagem da embarcação em 3D e o refinamento do sistema modular, bem como a definição dos tipos de módulo para cada categoria de produto. O modelamento 3D prevê a união entre casco e convés, dimensionamento do produto com questões ergonômicas básicas, com os encaixes dos componentes com a fidelidade com o design aprovado na fase conceitual.

O projeto prevê três configurações de lanchas de 16 pés: esportes náuticos, lazer e pesca. Os módulos devem respeitar o layout previsto anteriormente, somados com a restrição da aba de encaixe de módulo e convés. A figura 12 demonstra os três módulos antes da união:

Figura 12: Peças do conjunto montagem das versões de embarcações.



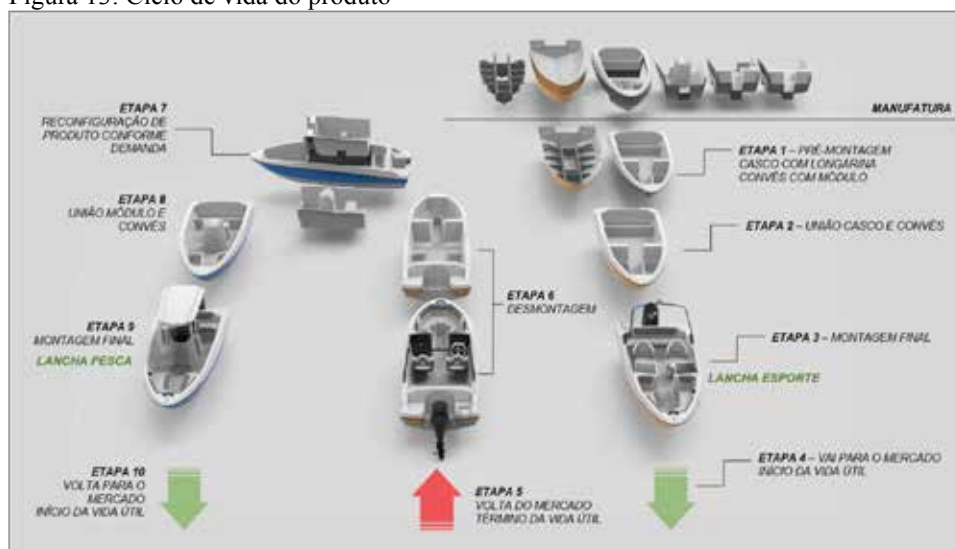
Fonte: Primária (2016).

São três módulos que configuram três produtos para atuar em categorias distintas. O módulo pesca, contempla na sua geometria o painel central e o assento igualmente central do piloto, deixando o seu entorno em 360 graus de livre locomoção. O módulo lazer possui na geometria convites para a fixação do painel, assento do banco piloto, pia no lado oposto ao piloto anexo ao banco que completa o “L” com a união do convés. O módulo esporte possui convite para a fixação do painel, console, ressalto para o banco piloto e para o banco copiloto. Partindo desta etapa, para configurar o produto para o segmento desejado, além dos módulos, os itens de série, acessórios e os opcionais são de extrema importância para caracterizar e agregar funcionalidades ao conjunto da lancha.

Ciclo de vida do produto

A lancha modular de 16 pés tem como diferencial a possibilidade de retorno para a cadeia produtiva e ganho de sobrevivência de produto. Quando a embarcação está há muito tempo no mercado, fica desatualizada em relação a novidades tecnológicas e novos lançamentos, com depreciação da embarcação no mercado, dificultando a revenda. O fabricante pode projetar novas opções e configurações de módulos ao longo dos anos, respeitando o encaixe de base das embarcações antigas, replicando nos novos modelos. Isso significa que a lancha antiga pode retornar para a cadeira e ganhar uma atualização, dando longevidade ao produto e valorizando o seu repasse no mercado, conforme simulação na figura 13.

Figura 13: Ciclo de vida do produto



Fonte: Primária (2016).

A proposta de sistema de plataforma modular pode ser replicada para outros tamanhos de embarcação. O potencial de ganho do estaleiro em processos, produtividade, rentabilidade e qualidade é exponencial. Com este modelo, o estaleiro caracteriza-se como uma indústria náutica e consegue atender diferentes segmentos de mercado e categorias de produtos, mantendo uma linha de produção seriada e em volume, reforçando de forma eficiente e saudável as possibilidades de retorno de produtos obsoletos para a cadeia e diminuindo os impactos ao meio ambiente.

As dimensões usadas para a criação dos módulos e embarcações são valores padrão do acervo pessoal, dispensando neste estudo preliminar análise ergonômica do usuário, cujo o objetivo deste projeto é apresentar a viabilidade de embarcações modulares de 16 pés, visando eficiência operacional, padronização de processos, aumento da qualidade e diminuição dos impactos ambientais provenientes do sistema atual de manufatura de lanchas.

Considerações Finais

No processo atual de produção de embarcações ocorre desperdício generalizado em toda a cadeia produtiva de materiais e insumos, devido ao seu caráter de fabricação artesanal até o seu descarte, impactando no meio ambiente e sociedade. Como alternativa para essa problemática, a modularização do produto e a produção seriada, inspirados em sistemas de produção da indústria automotiva, permitem o aumento do controle do processo e ganho de eficiência operacional em todo o ciclo de manufatura e vida do produto. A modularização é um requisito do ecodesign, prevendo redução do número de ferramentas usadas no processo produtivo e com a possível extensão da vida útil do produto. Com base no ecodesign, é possível criar soluções inteligentes de produtos para que se reduza o desperdício na cadeia produtiva e gere valor para o usuário. Os módulos são alternativas de diferenciação de produto e função que podem ser acoplados a uma base comum de produção seriada.

O projeto sugere um sistema de plataforma modular para lanchas de 16 pés, que é considerado embarcação de entrada de novos consumidores no mercado devido ao baixo custo

e fácil manuseio. As produções seriadas de peças de base comum, como casco e convés, geram benefícios em toda a cadeia produtiva e rentabilidade para o estaleiro, que por consequência, aumentam o controle e qualidade do produto devido à padronização de processo, refletindo na redução de custo do produto para o consumidor final. A diferenciação de produtos por parte dos módulos, atendendo a necessidade de diferentes segmentos e tipos usuários. Com a modularização do produto é possível aumentar a vida útil da embarcação ao longo dos anos e valorização no mercado no ato da revenda, pois se forem respeitadas as conectividades de peça, o produto pode ser atualizado com novos módulos e funções ao longo dos anos, retornando novos produtos para o mercado, dando sobrevida no seu ciclo. Para o descarte, os produtos podem ser desmontados e destinados aos locais corretos, reduzindo-se o impacto ambiental. Essa pesquisa é uma alternativa eco eficiente para embarcações de esporte e recreio, visando um aumento significativo da demanda do mercado náutico futuro, pois atualmente não é cultural do brasileiro o uso de embarcações, mas ações de incentivo de novos consumidores são enfatizadas cada vez mais por estaleiros, revistas e peritos do setor, com organizações de eventos como feiras e exposições de produtos náuticos entre outros. Com a modularização e produção seriada, a embarcação mantém a produção constante, atendendo às demandas sazonais de mercado sem impactar na produtividade. Com a padronização do processo e redução do desperdício, é possível a redução do custo do produto para o cliente final, contribuindo com a oferta para novos consumidores e entrantes de mercado náutico.

Do ponto de vista ambiental, a redução do desperdício durante a cadeia produtiva reflete diretamente na preservação do meio ambiente, quando comparado com o modelo atual de produção, que é o processo artesanal, sem o controle e padronização do processo. Por meio da modularidade, as embarcações podem ser revitalizadas e atualizadas ao longo dos anos, contribuindo para o prolongamento da vida útil do produto e valorizando o passe para as revendas, ou seja, fica atraente comprar uma lancha usada revitalizada com novos módulos, acessórios e tecnologia do que uma nova. Além disso, a embarcação está preparada para a geração de novas possibilidades de módulos e o conceito modular pode ser replicado em embarcações de maior porte, gerando benefícios para o usuário, manufatura e meio ambiente.

Com o desenvolvimento deste projeto foi possível adquirir conhecimento mais aprofundado sobre o segmento náutico, métodos de fabricação mais eficazes de embarcações de esporte e recreio, eficiência operacional, manufatura enxuta, produção seriada e modularidade. Com isso, verificou-se o potencial de ganhos e na redução de custos durante a cadeia produtiva e quanto a aplicação desses conceitos podem beneficiar os fabricantes, as pessoas e o meio ambiente.

Referências

ACOBAR, Associação Brasileira dos Construtores de Barcos e Seus Implementos. **Indústria Náutica Brasileira: Fatos e Números 2005**, Rio de Janeiro, ACOBAR e Parceiros, 2005.

ACOBAR, Associação Brasileira dos Construtores de Barcos e Seus Implementos. **Indústria Náutica Brasileira: Fatos e Números 2012**, Rio de Janeiro, ACOBAR e Parceiros, 2012

BREZET, J.C. HEMEL, C.G. v. (1997). **Ecodesign: A promising approach to sustainable production and consumption**. UNEP, Paris. Disponível em: <http://www.unep.org/resourceefficiency/Portals/24147/BusinessResource%20Efficiency/D4S%20English.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2016.

KAZAZIAN, T. (Org.). **Haverá a idade das coisas leves**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.

KINDLEIN JUNIOR, W.; BRAUM, A. F.; GUANABARA, A. S. Estudo da melhoria da sustentabilidade de projeto de novos produtos baseados na biônica. In: **Anais P&D Design**, São Paulo, 2004.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis** – os requisitos ambientais dos produtos industriais. Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, São Paulo, 2005.

NASSEH, J. **Manual de construção de Barcos**. Editora Booklook, Rio de Janeiro, 2000.

SANTOS, A. S. **Gestão do design e sustentabilidade**: um modelo de diagnóstico e a indústria da mobilidade urbana. 2011. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2011 Disponível em:
<http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/biblioteca/php/mostrateses.php?open=1&arqtese=0721257_2011_Indice.html>. Acesso em: 20 dez. 2015.

SEBRAE. Estudo setorial da Industria Catarinense – Náutico – SEBRAE 2014.

Ardalla Vieira, Danieli Nejeliski, Fernanda Rigo *

Arte e técnica da marchetaria aplicada no design de mobiliário contemporâneo



Ardalla Z. Vieira

Mestre em Design; Instituto Federal Farroupilha <ardalla.vieira@iffarroupilha.edu.br>

Danieli M. Nejeliski

Mestre em Design; Instituto Federal Farroupilha <danieli.nejeliski@iffarroupilha.edu.br>

Fernanda C. Rigo

Mestre em Design; Instituto Federal Farroupilha <fernanda.rigo@iffarroupilha.edu.br>

Resumo A produção de estampas, texturas e relevos por meio do design de superfície tem possibilitado a criação de projetos criativos e ousados, para diferentes segmentos da produção industrial, entre eles o setor moveleiro. A marchetaria é uma técnica de ornamentação de superfícies planas através da criação de desenhos com a aplicação de diferentes materiais, especialmente lâminas de madeira. O presente trabalho tem como objetivo a criação de um padrão de marchetaria a partir de um referencial conceitual e a posterior aplicação na superfície de um móvel. O conceito foi definido a partir da análise da constituição formal das Ruínas de São Miguel da Missões. O móvel desenvolvido foi uma mesa lateral, com a funcionalidade inspirada na estrutura das ruínas. A marchetaria foi feita a partir de módulos geométricos, nas cores vermelho, azul e madeira clara, sendo aplicada em uma das peças da mesa. Aliando uma técnica tradicional, de execução artesanal, com um referencial cultural, obteve-se como resultado um móvel de estilo contemporâneo. Por fim, foi produzido o protótipo do móvel.

Art and technique of applied marquetry in contemporary furniture design

Palavras chave design de superfície; marchetaria; mobiliário contemporâneo.

Abstract The production of prints, textures and reliefs through surface design has enabled the creation of bold and creative projects for different segments of industrial production, among them the furniture industry. The marquetry is a technique of ornamentation of flat surfaces by creating designs with the application of different materials, especially wood veneers. The present work has the objective of creating a pattern of marquetry from a conceptual reference and the subsequent application on the surface of a piece of furniture. The concept was defined from the analysis of the formal constitution of the Ruins of São Miguel da Missões. The furniture developed was a side table, with functionality inspired by the structure of the ruins. The marquetry was made from geometric modules, in the colors red, blue and light wood, being applied in one of the pieces of the table. Combining a traditional, artistically executed technique with a cultural reference, the result was a contemporary style furniture. Finally, the furniture prototype was produced.

Keywords surface design; marquetry; Contemporary furnishings.

Introdução

O mercado moveleiro tem-se tornado cada vez mais competitivo, sempre em busca de soluções criativas que instiguem o consumidor à compra. O design, por sua vez, é o meio que faz com que esse produto possua diferenciação frente aos outros objetos, não apenas na questão estético-formal, como também no emprego de novos materiais, tecnologias e acabamentos. Dentro do vasto campo de atuação do design, o desenho de superfícies mostra-se como uma ferramenta criativa para a distinção dos produtos, pois constitui-se como área de conhecimento do design de interface, a qual amplia sua capacidade formal e estética, interagindo com as mais diversas áreas. No universo do mobiliário, investir no desenho de suas superfícies, como em diferentes acabamentos e texturas, por exemplo, é viabilizar soluções até então pouco exploradas, mas que valorizam e diferenciam completamente o móvel.

Assim, com o intuito de explorar outros meios de acabamentos e a valorização do mobiliário, o presente trabalho busca na marchetaria – técnica antiga que elabora superfícies no mobiliário com diferentes tipos de materiais, e, principalmente, com madeiras – um meio de aperfeiçoar o conhecimento a respeito da produção, bem como um instrumento para agregar valor à mobília. Logo, o trabalho justifica-se pela necessidade cada vez maior de aprimorar os produtos presentes no mercado, valendo-se aqui, no caso, do resgate dessa técnica comumente usada há séculos, contudo pouco explorada nos dias de hoje.

Para isso, foi fundamental o uso de um referencial conceitual: as Ruínas de São Miguel, a qual analisou-se sua riqueza histórica, estética e estrutural. A partir de seu estudo formal, elaborou-se tanto o design do móvel em si, como também, e sobretudo, o desenvolvimento do desenho da superfície marchetada. Desta forma, o exposto neste estudo, mostra o desenvolvimento de um móvel, mais precisamente, uma mesa lateral, aliada às tendências atuais do setor, com a técnica da marchetaria, revela que é possível uma composição formal harmônica, tanto de estrutura quanto de superfície, valorizando o móvel, tornando-o um item diferenciado no mercado.

Durante a construção deste estudo, fez-se necessário breves apontamentos, como anotações gerais sobre o design e o design de superfície, e algumas especificidades, como nos tópicos que abordam as técnicas de expressão de superfícies e sua aplicação no mobiliário, e, ainda, sobre o processo de marchetaria no passado e hoje.

Breves apontamentos acerca do Design de Superfície

A expressão design de superfície foi inicialmente utilizada apenas para denotar o segmento têxtil. A compreensão atual do termo, num âmbito geral, é referente a uma ação projetual direcionada à criação de texturas, ilustrações, grafismos e inúmeras composições visuais para a aplicação em diferentes tipos de superfícies, tanto bidimensionais quanto tridimensionais. No entanto, o design de superfície vai além, podendo ter a função de tratamento, revestimentos e construção do próprio objeto (PEREIRA, RUTHSCHILLING, SILVA, 2010). Ainda, atribui características perceptivas expressivas às superfícies dos objetos por meio de texturas visuais, táteis e relevos, com o objetivo de reforçar ou minimizar as interações sensorio-cognitivas entre o objeto e o sujeito (SCHWARTZ, 2008).

Este caráter cognitivo da relação usuário-produto, ou melhor, superfície-sujeito, por meio de sua troca de significados, configura o design de superfície em um elemento de comunicação do objeto. Nesse sentido, é importante ressaltar que os significados simbólicos denotados aos objetos dependem da identificação, por parte do designer, do contexto sociocultural, das necessidades, requisitos e oportunidades de mercado, para a elaboração de um artefato que estimule a percepção da superfície dos objetos pelo sujeito, instigando o desejo e identificação com o produto.

No desenho de superfícies, a percepção geral do objeto, significados e requisitos são expressos principalmente por propriedades óticas e táteis. Óticas referindo-se a representação de formas bidimensionais, conferindo ao produto um forte apelo estético e simbólico, e táteis às configurações tridimensionais, a qual conferem ao usuário uma sensação ao interagir com o produto.

A configuração da superfície tornou-se [...] muito relevante. Já que a aparência é percebida por meio das características diretamente observáveis pelos sentidos e interpretáveis a nível pessoal, é crucial enfatizarmos tanto os aspectos sensitivos inerentes quanto os cognitivos possíveis – além dos psicológicos e antropológicos existentes – na interação do sujeito com o objeto através da sua superfície. Tais aspectos podem condicionar a percepção do sujeito sobre um produto bem como as questões emocionais inerentes, influenciando na mais valia e na aquisição ou não do mesmo [...], pois os elementos percebidos pelos sentidos, além de agregarem valor estético, definem e qualificam um artefato [...] (SCHWARTZ, 2008, p. 36).

Deste modo, o design de superfície tem como função tratar, explorar e ressaltar a interface comunicativa dos objetos, unindo características funcionais e estéticas que se apresentam também em outras especialidades, como defende Freitas (2011). A partir de uma abordagem processual, a exploração da superfície como fonte comunicacional do produto, dá-se de maneira metodológica. Assim como qualquer outro projeto de design, percorre diversos caminhos e estudos até a concepção final do objeto, valendo-se de várias técnicas de elaboração de módulos além da percepção e conhecimento acerca dos materiais a serem trabalhados.

Trabalhar a superfície dos produtos é um meio de diferenciação, essencial para o design nos dias de hoje. Assim, planejar, desenhar e projetar uma superfície, de um móvel, por exemplo, é provocar os sentidos e a interação superfície-sujeito, agregando valor aos produtos do setor moveleiro, por meio de um recurso comumente utilizado no segmento têxtil. Contudo, desenvolver o design de uma superfície requer um pensamento projetivo, valendo-se de técnicas de expressão. Assim, para melhor entendimento acerca da etapa de criação de uma superfície, no tópico a seguir serão abordadas algumas especificidades como técnicas de elaboração de desenhos de superfícies e o design de superfície na composição do mobiliário.

Técnicas de expressão de superfícies e sua composição no mobiliário

O design de superfícies pode ser elaborado e representado das mais diversas formas, em diferentes materiais e em qualquer tipo de produto. No entanto, para que haja uma boa solução projetual, que atenda as exigências do cliente/usuário, é necessária uma concepção criativa dos elementos visuais e arranjo sobre o fundo. De maneira geral, a característica principal da composição visual do design de superfície é a “propagação do módulo, ou

equivalente, conferindo qualidades por toda amplitude as superfícies, dentro dos princípios de ritmo e de unidade e de variedade” (RÜTHSCHILLING, 2008, p.61).

Logo, as superfícies podem ser compostas por figuras ou motivos, elementos de preenchimento e elementos de ritmo. Os primeiros referem-se ao conjunto de formas não interrompidas invocando tensão e alternância visual entre figura e fundo, sendo o tema apresentado na composição repetido muitas vezes, com variações de tamanho, posição e até pequenas alterações formais, por exemplo uma estampa floral. Já os elementos de preenchimento, remetem as texturas, ou seja, que preenchem planos e/ou camadas, responsáveis pela ligação visual e tátil dos elementos. E por fim, elementos de ritmo, a qual a estrutura formal é composta pela repetição de seus elementos de ritmo gerando uma ligação gráfico-visual. A harmonia da composição causada por meio da combinação da cor e posição dos elementos no espaço, conferem à superfície um sentido de continuidade (RÜTHSCHILLING, 2008).

Para o desenvolvimento criativo de superfícies, toma-se como recursos construtivos as noções de módulo e repetição, encaixes e sistemas de repetição. Segundo Freitas *apud* Schwartz (2008), o módulo detém em sua constituição genuína a carga informacional mínima do conteúdo expressivo (motivos) e também detém em si os limites geométricos, a dimensão, a organização e a estrutura em relação à superfície.

A construção da composição de elementos do módulo dá-se em duas etapas: a primeira onde é feita a composição visual dos motivos trabalhados dentro do módulo, na qual geralmente é retangular ou quadrado, e segunda na qual depende da “articulação entre os módulos, gerando o padrão, de acordo com a estrutura preestabelecida de repetição, ou *Rapport*” (RÜTHSCHILLING, 2008, p.64). Atualmente, para o desenvolvimento e criação de superfícies, é necessário o auxílio de programas/*softwares*, devido ao tempo gasto para a execução, bem como pela possibilidade de executar funções rapidamente, podendo-se visualizar as ideias no ato, além de facilitar o processo de modulação e repetição comumente usados no processo criativo.

O uso dessas técnicas de expressão das superfícies requer também estudo acerca do conceito, da função e, principalmente, do material a ser trabalhado, seja tecido, cerâmica, plástico, madeira, dentre outros, pois a combinação material e constituição formal do desenho da superfície, influem diretamente na estética do produto. O design de superfície no âmbito do setor mobiliário é explorado a partir das texturas presentes nos revestimentos melamínicos e laminados de madeira, como também no uso de estampas dos acabamentos têxteis de sofás, poltronas e cadeiras, por exemplo.

Pode-se perceber essa retomada do uso do design de superfície em móveis no *Salone Internazionale del Mobile* 2012, em Milão, onde a crise europeia levou as empresas investirem na reedição de produtos, mas com novos acabamentos. Desta forma, o uso de texturas, *prints*, o efeito *matelassé*, o design minimalista e o uso aparente dos veios da madeira, nos quais o relevo e o brilho acentuam a textura, tornou-se corrente. Em âmbito nacional, a aplicação do design de superfície no mobiliário, podemos destacar diversos produtos como exemplos: na área têxtil, aplicada em móveis, os tecidos que revestem as cadeiras assinadas pelo conceituado arquiteto Paulo Mendes da Rocha, em que uma única estrutura pode ser coberta por diferentes estampas.

Já em outro segmento, o tratamento de superfície de móveis dá-se a partir do uso da tecnologia de gravação a laser e a impressão em vidro, na qual permite aplicar desenhos e texturas em padrões variados sendo aplicados em frentes do mobiliário ou em painéis de parede e divisórias. A gravação é baseada na remoção da superfície do material através do

contato com o feixe de laser entalhando a figura na peça de forma definitiva, tendo variações de tons devido à intensidade aplicada.

Ante o exposto, pode-se notar que o design de móveis brasileiro explora o uso de cores, formas, materiais e texturas de maneira criativa, sendo imensamente valorizado no mercado tanto interno, quanto externo. Logo, o desenvolvimento de superfícies para aplicação em móveis, é um meio na qual pode-se agregar valor e conceito ao produto. Aliar a pesquisa de tendências, com as novas tecnologias e o estudo de técnicas do passado, como a marchetaria, torna-se um recurso a ser explorado como elemento compositivo e de diferenciação do mobiliário no mercado.

Breve histórico da marchetaria: passado e presente

O termo marchetar provém do francês *marqueter* e significa embutir. É uma arte de ornamentação das superfícies planas, móveis, pisos, tetos, painéis, joias dentre outros; com os mais diferentes tipos de materiais como madeira, metais, pedras, marfim e chifres de animais, por exemplo.

Historicamente, os primeiros registros sobre a arte da marchetaria datam aproximadamente de 3000 a.C., em que uma bacia com incrustações de pedra calcária da Mesopotâmia foi encontrada. Posteriormente, também foram encontrados resquícios da arte nos objetos dos antigos egípcios, na qual visivelmente aprimoraram a técnica, com a arte de embutir pedras e madeiras coloridas em superfícies de madeira e com o desenvolvimento do bronze para a fabricação de serras (SEBRAE, 1990). Tais objetos, como móveis, joias e o trono por exemplo, foram encontrados principalmente no túmulo do rei Tutankhamon.

Antecipando a história, e destacando apenas os principais indícios do uso da técnica, passa-se ao século XV, em particular na Itália, onde os artistas trabalhavam as superfícies de maneira a serem decoradas com folhas de madeira no lugar das incrustações. Nesta mesma época iniciou-se o tingimento das madeiras com o uso de óleos e corantes diluídos em água e ácidos, com o intuito de dar diferenciação entre as partes trabalhadas. A arte desse período foi expressa para decorar igrejas, palácios e até o mobiliário. A partir da segunda metade do século XVI, os móveis chamados de gabinetes eram decorados com folhas de ébano, tornando-se um meio comum de ornamentação dos móveis.

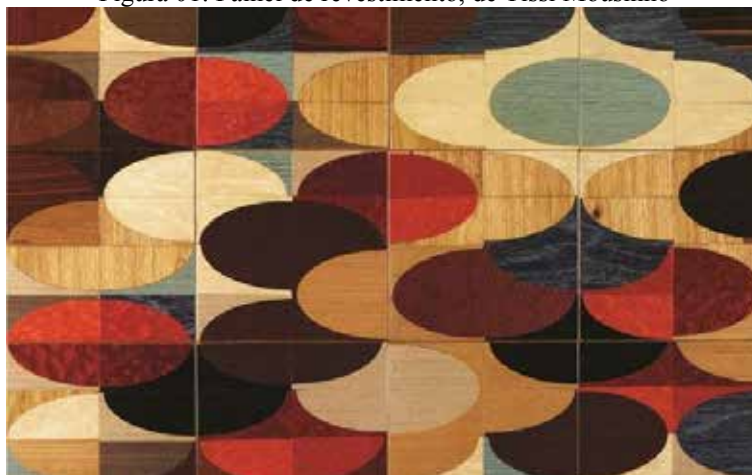
Contudo, a marchetaria tornou-se muito popular na Europa no final do século XVII, onde a técnica de decoração de móveis consistia em um revestimento fino – de 1,6 a 3,2 mm de espessura – de madeira ou de outros materiais de cores diferentes (MALLALIEU, 1999). O motivo mais comum era um painel floral com um vaso, sempre em cores contrastantes, claras e escuras. A ênfase na decoração dos móveis influenciou diretamente a estrutura formal do mobiliário, na qual eram feitos com grandes painéis planos, para a ornamentação da marchetaria ser feita. Os tampos de mesa bem como as portas duplas dos armários eram ideais para a execução da técnica.

Entretanto, a evolução é percebida pelos diversos métodos executados no decorrer da história, porém todas consistem no recorte de elementos do material a ser utilizado e a posterior combinação desses elementos a serem marchetados, utilizando-se de ferramentas e cola para a fixação e encaixe perfeito. Assim, na atualidade, as técnicas da marchetaria, bem como os materiais e ferramentas utilizados, estão em evolução e modificação, devido ao constante desenvolvimento tecnológico. Isto possibilita um maior detalhamento e nitidez de desenhos mais complexos, além de permitir o corte dos traços com maior precisão e eficiência.

A marchetaria contemporânea usufrui de uma infinidade de técnicas que auxiliam tanto no seu planejamento quanto a sua execução. O emprego da tecnologia se faz presente em qualquer meio de fabricação, e no processo da marchetaria não é diferente. O uso de computadores, *softwares*, fresadoras e máquinas de corte a laser viabilizam o desenvolvimento de desenhos mais complexos, bem como permitem a redução de custos de produção. Porém, o processo de marchetar não lança mão da parte artesanal, ou seja, a cominação das partes da imagem a ser marchetada e sua aplicação ainda se faz de forma manual.

Apesar do auxílio das tecnologias, o emprego desta técnica não é usual entre os fabricantes de móveis e designers, sendo pouco explorado. No entanto, há expressivos trabalhos realizados que demonstram o quanto o uso deste meio de ornamentação pode valorizar o mobiliário. Pode-se citar o trabalho desenvolvido pela brasileira Tissi Mousinho, o qual adapta esta técnica milenar à estética contemporânea em utensílios para casa, revestimentos de paredes e no mobiliário (figura 1). Suas peças formam imagens e mosaicos com texturas e cores diferentes, a partir do uso de lâminas de madeira de vários tipos, como de imbuia, mogno, feijó e marfim, dentre outros, montados sobre uma superfície de painéis de *Medium Density Fiberboard* (MDF), composto derivado da madeira, conferindo aos seus produtos originalidade.

Figura 01: Painel de revestimento, de Tissi Mousinho



Fonte: Site Delas

Outro exemplo do emprego da técnica aliada ao uso das tecnologias atuais é o buffet Colônia, desenhado pela Lattoog para a empresa gaúcha Móveis Schuster, em que os desenhos remetem aos grafismos da tradicional azulejaria portuguesa, são formados pela aplicação de lâminas de madeira, recortadas com maquinário à laser (figura 2). No entanto, a execução de colagem das lâminas de madeira recortadas retoma ao passado, sendo produzida artesanalmente.

Figura 02: Buffet Colônia, Móveis Schuster por Lattoog e detalhe



Fonte: Casa Brasil

O design de superfície é uma das grandes tônicas na decoração dos mais diversos tipos de produtos, e, principalmente, no desenvolvimento de móveis. Como visto, associar a tradição e a nobreza do trabalho em marchetaria ao design de móveis contemporâneos propõe uma nova visão de uso inteligente da aplicação dos laminados de madeira, bem como traz aos móveis um resultado estético diferenciado, como pode-se perceber na elaboração da mesa lateral desenvolvida a seguir.

Desenvolvimento das formas e aplicação

A metodologia aplicada para o desenvolvimento do presente trabalho norteou-se a partir do problema de pesquisa e dos objetivos. Partiu da reunião de dados bibliográficos sobre os temas norteadores, como design de superfície e marchetaria, e também uso da pesquisa exploratória, em que pode-se verificar os tipos de superfícies aplicadas no mobiliário, assim como os materiais. Para aplicação efetiva, construção e implementação do protótipo, também se fez uso de algumas etapas de métodos projetuais, dos autores Bernd Löbach (2001) e Mike Baxter (1998). O primeiro pelo fato de considerar o processo de design como um meio criativo para soluções de problemas projetuais, na qual todas as informações acerca da questão a ser solucionada são coletadas e analisadas, para então ser concretizado o produto, incorporando as características que satisfaçam as necessidades do usuário. O segundo, pelo conjunto de ferramentas de projeto, que fazem uma abordagem sistemática do problema de desenvolvimento de novos produtos, propondo uma metodologia orientada para o mercado e ainda por apresentar técnicas para estimular a criatividade.

No entanto, a elaboração do projeto não adotou um caminho único, mas conforme o seu andamento e necessidades, foi percorrendo e adaptando as ideias propostas pelos autores citados. O desenvolvimento passou pela definição e análise do conceito, por estudo preliminares das formas, seleção da melhor alternativa, uso e combinação dos materiais, especificações técnicas e, por fim, a produção do protótipo.

O projeto teve como ponto de partida e referencial conceitual as Ruínas de São Miguel Arcanjo, ou também chamadas de Ruínas de São Miguel das Missões (figura 3), localizadas na região noroeste do Rio Grande do Sul, mais precisamente no diminuto município de São Miguel das Missões. O sítio arqueológico, atualmente considerado Patrimônio Histórico e Cultural da Humanidade pela UNESCO, foi construído no século XVIII (1735-1745), pelos padres da redução jesuítica, construída inteiramente em blocos de arenito, porém não finalizada, faltando a elaboração da segunda torre, a qual serviria de observatório astronômico. Foi a maior das sete reduções jesuíticas, que juntas formavam os Sete Povos da

Missões. Sua riqueza de formas, cores, texturas e composições, possibilita o incremento criativo de projetos de design, principalmente na área do mobiliário e na elaboração de superfícies.

Figura 03: Vista Frontal Ruínas de São Miguel



Fonte: Autoras

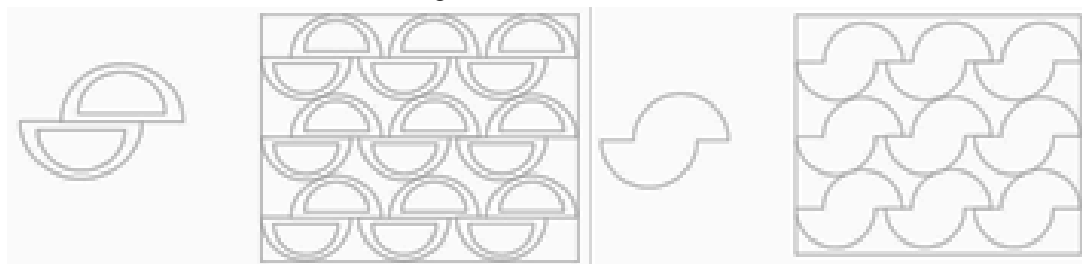
Nestes resquícios históricos, percebe-se a vasta riqueza e imponência das reduções jesuíticas, por meio da composição espacial da construção, do arranjo dos blocos que formam a estrutura e dos detalhes arquitetônicos, além, é claro, da lendária história dos índios guaranis e a sua luta pelas terras. O apanhado de informações e análises formal das Ruínas de São Miguel das Missões servem como um precioso referencial criativo, tanto para as artes quanto para os projetos de design. Assim, valendo-se desse fecundo conjunto de dados e observações, elaboraram-se as formas e superfícies do projeto em questão.

O desenho da superfície desenvolveu-se a partir da análise dos detalhes arquitetônicos das Ruínas de São Miguel: os arcos, as texturas que as disposições dos blocos de pedras criam, os formatos retangulares e suas diversas posições e recortes. Assim, para a elaboração, usou-se o método de criação comumente utilizado no design de superfícies: a concepção de um módulo, suas repetições, combinações e espelhamento. A modulação da superfície, deu-se de maneira com que fosse permitido criar gabaritos, com fim de permitir a padronização do desenho. A simplificação das formas, permite o corte facilitado das lâminas e sua montagem, bem como reduz a geração de resíduos, provenientes das lâminas, e também torna menor a possibilidade de defeitos de acabamento. Além dos benefícios construtivos, a geometrização formal dos elementos que compõem o desenho da superfície, conferem à peça marchetada um aspecto contemporâneo.

Logo, os desenhos desenvolvidos para a modulação, seguiram os seguintes critérios: simplicidade formal para fácil execução, potencial de combinação do módulo e alusão não óbvia ao referencial escolhido, como pode-se perceber em alguns exemplos de estudos a seguir:

- Módulos e suas combinações, respectivamente, desenvolvidos a partir dos arcos das ruínas (figura 4).

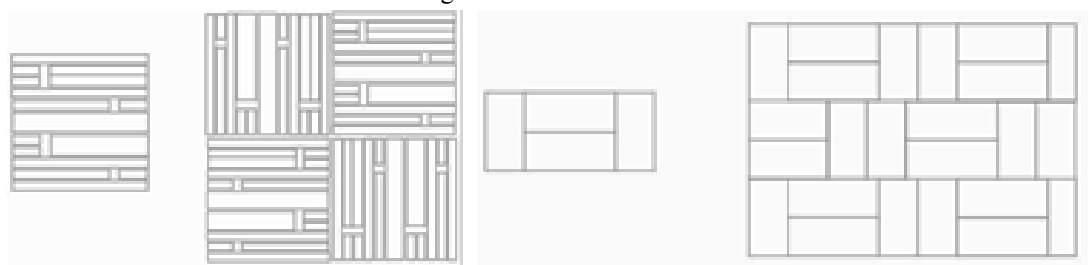
Figura 04: Módulos 1 e 2



Fonte: Autoras

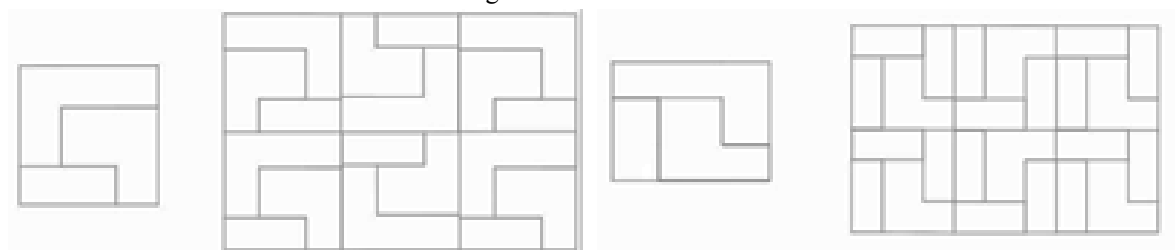
- Módulos e suas combinações, respectivamente, desenvolvidos a partir dos elementos estruturais (figura 5 e 6).

Figura 05: Módulos 3 e 4



Fonte: Autoras

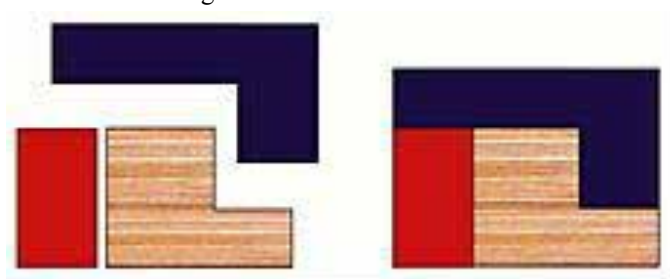
Figura 06: Módulos 5 e 6



Fonte: Autoras

Dentre diversos estudos, como os expostos acima, foi selecionada a modulação que melhor cumpriu com os requisitos predefinidos. O padrão escolhido remete aos blocos estruturantes das ruínas (figuras 7, 8 e 9), sendo resultante da simplicidade formal, com desenhos de linhas retas e simples, facilitando sua aplicação.

Figura 07: Módulo selecionado



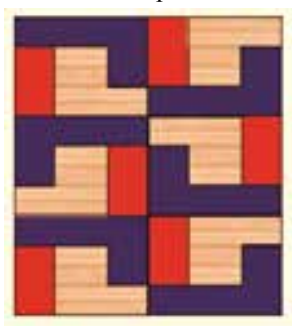
Fonte: Autoras

Figura 08: Combinações a partir do módulo selecionado



Fonte: Autoras

Figura 09: Módulo selecionado para a execução da marchetaria



Fonte: Autoras

A constituição cromática da modulação compõem-se em azul, vermelho e madeira clara (lâmina de carvalho). O azul remete às tendências atuais de cores no mobiliário, o vermelho reporta à tonalidade das pedras que compõem as ruínas e a madeira clara faz referência à palha, matéria prima para a produção de artefatos, comumente utilizada pelos índios guaranis que viviam na região dos Sete Povos das Missões.

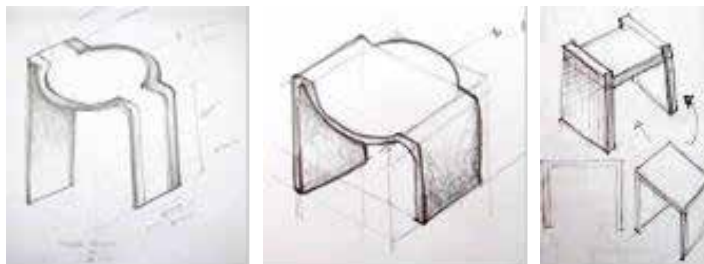
Um ponto relevante na elaboração das ideias da superfície a ser marchetada é que o emprego da técnica feita tanto manualmente quanto industrialmente é facilitada pelo uso de formas geométricas em superfícies lisas, pois conferem à área um melhor acabamento.

A concepção formal do móvel deu-se a partir de estudos prévios, como na análise dos móveis contemporâneos, suas multifuncionalidades, tendências de cores, aliados à apreciação formal e estrutural das Ruínas de São Miguel, a qual serve como conceito base. Para tal, primeiramente, definiu-se o tipo de móvel a ser executado, entre os diferentes tipos: rack, aparador, cadeira, mesa, dentre outros. Tendo em vista que para a aplicação da marchetaria, o móvel deve ter superfície lisa e plana e os modelos de mobiliário mais adequados seriam racks, mesas e aparadores. Contudo, selecionou-se para a execução uma mesa lateral, devido seu tamanho, fácil manuseio e deslocamento.

A constituição estrutural das Ruínas de São Miguel dá-se principalmente por blocos de pedras, que são alocados uns sobre os outros, formando as colunas e paredes estruturais, vãos das portas e janelas bem como os arcos internos das portas. Outra característica formal é a riqueza dos detalhes que formam os frisos das aberturas e parte superior das colunas. Então, tomando-se como base a análise do conceito, foram desenvolvidos esboços (figura 10), buscando-se uma geometrização formal, com o intuito de melhor coligar os elementos

contemporâneos no design de móveis, bem como a elaboração de uma superfície adequada para a aplicação da técnica de marchetaria. Para tal, usou-se, então, a forma retangular dos blocos de pedra que constituem as ruínas e as linhas dos arcos que estão presentes na parte interna do patrimônio histórico, como pode-se observar em alguns esboços demonstrados abaixo:

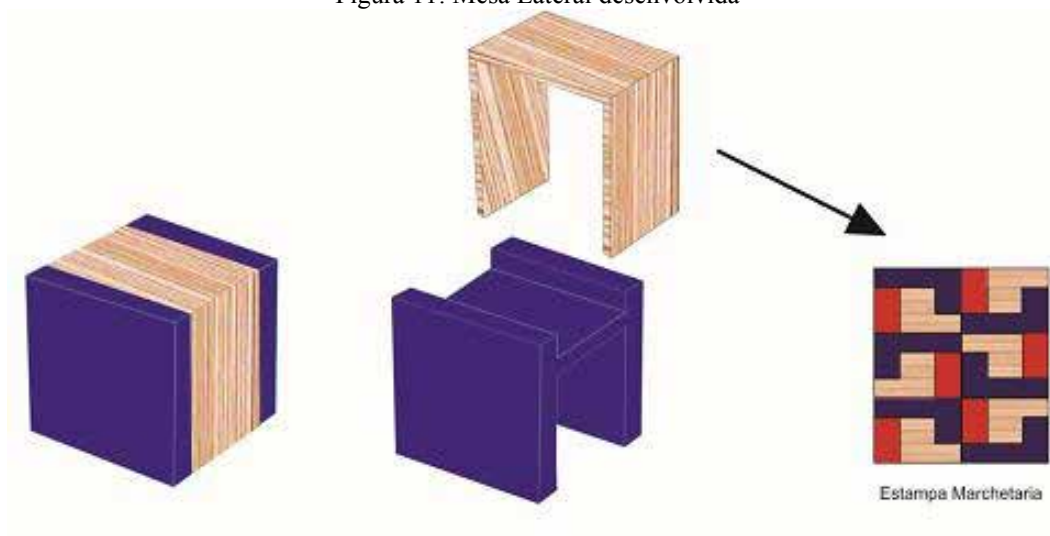
Figura 10: Esboços mesa lateral 1 e 2 e mesa lateral desenvolvida



Fonte: Autoras

Após a geração de alternativas optou-se por desenvolver o móvel cúbico, com todos os lados iguais, formando uma peça única, como os blocos de pedras do sítio arqueológico (figura 11). A escolha se justifica no que tange às tendências do mobiliário, tanto estruturais quanto cromáticas. Com relação às primeiras, pelo fato de cada vez mais os móveis possuírem multifuncionalidade. O móvel apresenta-se do seguinte modo: um único bloco, com dimensões de 42 x 42 x 42 cm (altura, largura e profundidade) que, ao desencaixar-se, formam-se duas mesas laterais, uma com a aplicação da técnica de marchetaria e outra com acabamento laqueado na cor azul, muito presente nos móveis atualmente.

Figura 11: Mesa Lateral desenvolvida



Fonte: Autoras

Com o intuito de reproduzir o trabalho desenvolvido optou-se por construir um protótipo físico tridimensional, em escala real (1:1), fundamental para o desenvolvimento de produtos e planejamento de produção, pois a partir dele pode-se fazer a análise física do estudo realizado, por meio da forma do objeto, das cores utilizadas, texturas, acabamentos, resistência e adequação dos materiais e componentes empregados, funcionalidade, testes

ergonômicos e ainda aspectos relativos à produção. Para tal, de acordo com LIMA (2006), sua construção é fundamental no sentido de minimizar a possibilidade de erros de configuração do produto e, conseqüentemente, prejuízos de fabricação.

Deste modo, o processo de fabricação do protótipo, deu-se após o desenvolvimento técnico (detalhamento e dimensionamento), constituindo-se a partir da escolha do material a ser produzida a estrutura da mesa lateral e da seleção da matéria-prima a ser utilizada para na aplicação da marchetaria. O material selecionado para a produção do protótipo da mesa lateral foi o MDF para a estrutura do móvel e lâminas de madeira para o desenho da superfície marchetada. O MDF permite a aplicação de revestimentos melamínicos, muitos comuns hoje, e laminados de madeira, além de uma excelente pintura, sendo estes outros aspectos relevantes para a seleção desta matéria-prima.

Para a elaboração da marchetaria se utilizou lâminas de madeira coladas sobre o MDF. As lâminas de madeira servem para dar revestimento nos móveis feitos em MDF, conferindo-lhes um aspecto praticamente igual aos produtos feitos em madeira natural. A variedade da madeira é que dá a textura à lâmina, podendo ser lisa, com listras e ainda com os veios da madeira visíveis. No caso do revestimento da mesa lateral utilizaram-se lâminas de carvalho vermelho, sendo a parte interior recoberta com carvalho cru e a parte da marchetaria pigmentada. A pigmentação das lâminas, nas cores vermelho e azul, deu-se pelo processo de aplicação de anilina líquida para madeira (figura 12).

Figura 12: Lâmina de carvalho crua e pigmentada

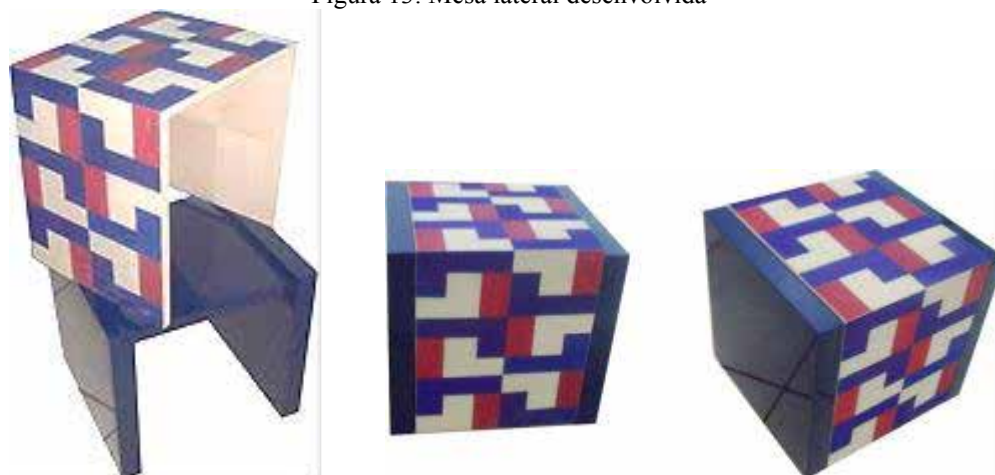


Fonte: Autoras

Utilizar esses laminados de madeira na execução da marchetaria, permitem uma maior flexibilidade de combinações e facilitam o processo de fabricação, visto que os desenhos podem ser facilmente projetados sob as lâminas e recortados, inclusive manualmente. A aplicação das lâminas deve ser em superfícies limpas e lisas, pois se a superfície tiver alguma rugosidade ou for convexa ou côncava não consegue usar esta técnica, pois devido a sua espessura, flexibilidade e composição as lâminas quebram. Esta etapa fabril, que tange à técnica de marchetaria, retoma visivelmente o trabalho manual perfeitamente executado há séculos, no entanto, faz uso do emprego de vários recursos atuais, como acabamentos pigmentados, vernizes, corte facilitado, dentre outros.

Por fim, a composição da mesa lateral dá-se da seguinte maneira: dois módulos que se encaixam formando um único bloco, a qual remetem ao conceito aplicado, a análise formal das Ruínas de São Miguel (figura 13). A estrutura geral da mesa e o desenho da superfície marchetada, remetem aos blocos que estruturam o sítio arqueológico, seu formato simples e seus encaixes, bem como faz alusão aos índios que lá habitavam. Suas cores azul, vermelho e a cor crua do carvalho, fazem referência às tendências atuais, à coloração dos blocos de pedras e à matéria-prima utilizada pelos guaranis, a palha.

Figura 13: Mesa lateral desenvolvida



Fonte: Autoras

O resultado é uma mistura do presente e do passado. O presente pelo uso do acabamento laqueado da peça em azul, comumente utilizada hoje, além da ideia de multifuncionalidade, em que se desencaixadas as partes pode-se usufruir de ambas. O passado, pelo emprego da arte e técnica da marchetaria, transformando um simples móvel em uma peça diferenciada e com grande apelo estético.

Considerações Finais

A produção de estampas, texturas e relevos, por meio do design de superfície, tem possibilitado a criação de projetos criativos e ousados, tornando-se um diferencial em diversas áreas, especialmente no design de móveis e acessórios. A composição e o tratamento de superfícies no mobiliário deixam as peças mais competitivas no mercado, em que a valorização e a diferenciação são palavras chaves.

No setor moveleiro, os painéis de madeira vêm substituindo a escassa e encarecida madeira maciça em diferentes usos. Um dos painéis mais utilizados é o MDF, por suas características mecânicas específicas que o aproximam da madeira maciça, como consistência, boa estabilidade dimensional e grande capacidade de usinagem. Esse material, na maioria das vezes, necessita de acabamento e uma alternativa é a aplicação do design de superfície. As características do MDF favorecem a execução da marchetaria e garantem um bom acabamento.

Atualmente, o resgate de técnicas artesanais é muito valorizado, pois é uma maneira de manter viva a tradição. Assim, estudar as técnicas empregadas na decoração do mobiliário do passado, como em especial a marchetaria, é um meio de aprimorar o conhecimento acerca a produção de móveis e suas superfícies, bem como serve de fonte de inspiração e renovação das técnicas atuais, possibilitando uma nova visão para acabamentos e composição do mobiliário, além do uso inteligente para aplicação dos laminados de madeira, trazendo aos móveis um resultado estético diferenciado.

A releitura de técnicas tradicionais se traduz em inovação no mobiliário contemporâneo. Com o auxílio de tecnologias atuais, como o corte a laser e métodos de tingimento de lâminas, a marchetaria se renova e se adapta a diferentes estilos e finalidades. Ainda, cabe ressaltar a importância de se utilizar de referenciais conceituais, no caso do trabalho as Ruínas

de São Miguel, como possibilidade de ampliar as possibilidades de criação, e ressignificar aspectos culturais relevantes.

Referências

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BÜRDEK, Bernhard E. **Design**: história, teoria e prática do design de produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

CASA BRASIL. **As formas 2012 da Schuster**. In: Casa Brasil Blog, 2012. Disponível em: <<http://www.casabrasil.com.br/blog/2012/as-formas-2012-da-schuster>>. Acesso em: 24 de mai. de 2012.

DELAS. **Marchetaria para revestir a casa**. In: Delas, 2016. Disponível em: <<http://delas.ig.com.br/casa/decoracao/marchetaria-para-revestir-acasa/c1597609284886.html>>. Acesso em: 17 de abr. de 2016.

FREITAS, Renata Oliveira Teixeira de. **Design de superfícies**: ações comunicacionais táteis nos processos de criação. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

LIMA, Marco Antônio Magalhães. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2006.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial**: Bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

MALLALIEU, Huon. **História ilustrada das antiguidades**. São Paulo: Nobel, 1999.

PEREIRA, Priscila Z.; RÜTHSCHILLING, Evelise A; SILVA, Régio P. **Design de Superfície**: cultura iconográfica como referência para a estamparia têxtil. Anais 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. 2010.

RÜTHSCHILLING, Evelise Anicet. **Design de Superfície**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2008.

SCHWARTZ, Ada Raquel Doederlein. **Design de Superfície**: por uma visão projetual geométrica e tridimensional. 2008. Dissertação (Pós Graduação em Desenho Industrial) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Ideias de negócios: Marchetaria**. SEBRAE, 1990.

Karla Pacheco, Susana Paixão-Barradas, Almir Pacheco, Patrícia dos Santos, Magnólia Quirino *

Design, pedra, madeira e fibra natural: um experimento para o desenvolvimento de novos produtos

*

Karla Mazarelo Maciel Pacheco
Doutora; Universidade Federal do Amazonas <karlamazarelo@hotmail.com>

Susana Paixão-Barradas
Doutora; Department of Strategy, Sustainable Development and Entrepreneurship, Kedge Design School, Toulon <susana.paixao-barradas@kedgebs.com>

Almir de Souza Pacheco
Doutor; Faculdade DeVry/ Martha Falcão <almirdesigner@gmail.com>

Patrícia Braga Sá dos Santos
Doutora; Universidade Federal do Amazonas <petbraga@hotmail.com>

Magnólia Grangeiro Quirino
Doutora; Universidade Federal do Amazonas <quirino.designer@gmail.com>

Resumo O estudo apresenta uma experimentação com três matérias-primas naturais distintas: pedra, madeira e fibra no desenvolvimento de produtos voltados a ambientes comerciais com enfoque regional como hotéis e restaurantes. O projeto objetivou capacitar os discentes do Curso de Design da UFAM para a projeção de objetos decorativos através da tecnologia e da experiência profissional de quatro instituições de ensino e pesquisa do Brasil e da Europa. Foi utilizado o método qualitativo, com caráter descritivo, explicativo, exploratório e experimental, aplicando o levantamento bibliográfico, a observação in loco e análise de casos. Como resultados, foram gerados 13 (treze) protótipos com base nos estudos realizados.

Palavras chave Recursos Naturais; Cooperação Internacional; Design de Produto.

Design, Stone, Wood and Natural Fiber: An experiment for Development of new product

Abstract *The study presents an experiment with three different natural raw materials: stone, wood and natural fiber for products development, serving commercial environments with a regional focus: hotels and restaurants. It aimed to train the students of the UFAM Design Course to design decorative objects through the technology and professional experience of four teaching and research institutions in Brazil and Europe. It used the qualitative method, with a descriptive, explanatory, exploratory and experimental character, applying the bibliographical survey, in situ observation and case analysis. As results, 13 (thirteen) prototypes were generated based on the studies performed.*

Keywords *Natural Resources; International Cooperation; Product Design.*

Introdução

O potencial existente no uso das matérias-primas naturais para o desenvolvimento de novos produtos além de gerar benefícios econômicos à sociedade, também vem sendo cada vez mais valorizado pelos meios acadêmico, científico, tecnológico, e industrial (PAIXÃO-BARRADAS, S.; PACHECO, K. M. M.; SILVA, M. S. E.,2016).

As universidades, os institutos de pesquisa e tecnologias e os órgãos de fomentos, têm visto nos recursos naturais a oportunidade de valorizá-los e atribuir a estes novas funções de uso e consumo, através da colaboração mútua entre instituições que prezam pela qualidade da formação e capacitação profissional das pessoas, principalmente daquelas que atuam diretamente na criação de produtos naturais (MAZARELO, KARLA; PAIXÃO-BARRADAS, S.; SILVA, M. S. E. ; PACHECO, A. S.; NASCIMENTO, C. C.,2016).

Partindo desse princípio, o Departamento de Design e Expressão Gráfica (DEG) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM/Manaus-Brasil), juntamente com o Laboratório de Engenharia de Artefatos de Madeira (LEAM) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/Manaus – Brasil), o *Departamento de Ingeniería Gráfica del Diseño* (DIG) da *Universitat Politècnica de València* (UPV/Valencia – Espanha) e o Centro Tecnológico da Pedra Natural de Portugal (CEVALOR/Borba – Portugal), uniram-se através de um Projeto de Cooperação Internacional para colaborar com a formação acadêmica dos discentes do Curso de Design da UFAM e, com isso, orientá-los para o planejamento e desenvolvimentos de novos produtos, de acordo com as necessidades do mercado de artigos decorativos voltados para ambientes comerciais com enfoque regional.

Além o uso de três tipos diferenciados de matérias-primas (Figura 1): pedra, madeira e fibra para a composição dos produtos, o projeto também ressalta a atividade projetual do design aliada à troca de conhecimento, de tecnologia e de experiência profissional entre os participantes, como principais fatores estratégicos e inovadores para a garantia da aceitação dos produtos propostos aos potenciais consumidores, razões pelas quais se encontram centralizadas nos seguintes objetivos:

- Experimentar recursos naturais distintos para composição de produtos;
- Compartilhar conhecimento e tecnologia com instituições de ensino e pesquisa em design e em recursos naturais no âmbito: nacional e internacional;
- Propor novas opções de produtos para ambientes comerciais com enfoque regional.

Pedra, madeira e fibra natural

O projeto refere-se à criação e desenvolvimento de novos produtos a partir de três matérias-primas distintas (Fig.1): pedra, madeira e fibra, tendo o design como o fator diferencial para a concepção de artigos decorativos e utilitários. De acordo com um estudo realizado anteriormente (MAZARELO, KARLA; PAIXÃO-BARRADAS, S.; SILVA, M. S.; PACHECO, A. S.; NASCIMENTO, C. C.,2016), os três recursos naturais possuem características técnicas e intrínsecas interessantes e, quando adaptados para produtos são capazes de oferecer muitas vantagens aos consumidores e ao mercado. Sobre a origem e características de cada material, destacam-se a seguir algumas informações relevantes:

- A pedra mármore branco de Portugal com veios, é um recurso natural proveniente da cidade de Borba (Portugal), com significativas características: físicas, químicas e mecânicas, principalmente no que se refere a sua resistência e durabilidade;
- As madeiras amazônicas, são materiais experimentais altamente eco sustentáveis. Os produtos gerados a partir delas atendem satisfatoriamente várias categorias de mercados

- e consumidores. Apresentam boa durabilidade e adaptação ao processo de acabamento, alta resistência física e mecânica, variações entre alta e média densidade; e
- A fibra de tucumã-i (*Astrocaryum acaule*), é uma matéria-prima de origem amazônica, bastante resistente, que não produz elementos tóxicos ou mal cheiro, possibilitando uma aplicação segura e adaptável aos mais variados tipos de produtos.

Figura 1 – Recursos naturais utilizados na pesquisa



Fonte: dos autores (2017)

As informações identificadas sobre os três recursos naturais sinalizaram um panorama específico sobre os aspectos primordiais a serem considerados para cada um deles, sobretudo quanto ao processo de adaptação e aos tipos de produtos a serem desenvolvidos pela equipe do projeto. Assim, a base estrutural do estudo foi estabelecida a partir de quatro vertentes: Ensino, Pesquisa, Tecnologia e Mercado, considerando também os aspectos científicos, socioculturais, econômicos e eco sustentáveis.

Transferência de conhecimento, tecnologias e cooperação internacional

A ideia de troca de conhecimento e tecnologia através deste estudo, partiu da tentativa de relacionar e unir elementos naturais de lugares distintos para a composição estrutural de um design de produto. Nesse sentido, foi possível envolver três países distintos: Brasil, Espanha e Portugal. Além de construir a proposta com base na gestão e fabricação de novos produtos, de modo a valorizar e prezar pelos aspectos técnicos, científicos, socioculturais, econômicos e eco sustentáveis, foi considerado também o conhecimento do design como agente gerenciador das atividades e dos processos de transformação desses recursos naturais e de outros materiais que pudessem ser necessários para a criação e o desenvolvimento dos protótipos da pesquisa. Cada instituição envolvida pôde colaborar de acordo com a sua expertise e proporcionar espaços, equipe técnica e materiais, dentro de sua disponibilidade, para a realização do estudo. Dentre eles, a Universidade Federal do Amazonas (autora da proposta) foi nomeada a sede do projeto.

O projeto inicialmente buscou preparar o conhecimento de seus participantes sobre a importância do uso de matérias-primas naturais da Amazônia junto a um recurso natural europeu (pedra), para o desenvolvimento de novos produtos. Para isso, a equipe, dividiu-se em três grupos distintos: grupo de pesquisa sobre a fibra de tucumã-i (*Astrocaryum acaule*); grupo de pesquisa sobre as madeiras naturais da Amazônia; e grupo de pesquisa sobre a pedra mármore branco de Portugal com veios.

O Departamento de Design e Expressão Gráfica da Universidade Federal do Amazonas disponibilizou um laboratório de design para a produção de relatórios técnicos, reuniões com as equipes de trabalho, a criação das alternativas para protótipos e acompanhamento de trabalhos manuais desenvolvidos pelos técnicos especialistas e artesãos participantes da equipe. Também cedeu uma marcenaria para a produção de uma parte das peças idealizadas pelo projeto e liderou as investigações feitas sobre a fibra de *tucumã-i* (*Astrocaryum acaule*), para

levantamento e análise de dados, definição dos requisitos e parâmetros, processos de criação e geração das alternativas de protótipos, assim como a produção e acabamento dos mesmos. Na fase final do projeto, o DEG, conduziu o processo de criação e desenvolvimento do material gráfico e de divulgação dos protótipos gerados pela pesquisa, além de planejar e organizar as exposições dos produtos e produção de relatório final com os resultados do projeto.

O Laboratório de Engenharia de Artefatos de Madeira (LEAM) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), conduziu o processo de investigação e escolha das espécies de madeiras amazônicas utilizadas pelo projeto: itaúba (*Guarea trichilioides* L.), maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke Satnd), cedrinho (*Erismia uncinatum*), tanibuca (*Buchenavia huberi* Ducke), anelím-pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke), marupá (*Simarouba amara* Aubl), louro Aritu (*Licaria aritu* Ducke), guariúba (*Claricia raecemosa* Ruiz), sucupira (*Bowdichia nitida*), cedro (*Cedrela fissilis*) e anelím-vermelho (*Andira parviflora* Ducke). Orientou quanto os aspectos tecnológicos, processos de adaptação e produção dos produtos a partir delas. Assessorou tecnicamente na construção das informações, sobre as espécies catalogadas e certificadas, para esclarecer a respeito do uso das madeiras nas composições estruturais dos produtos. Auxiliou a equipe técnica do projeto durante as pesquisas de campo realizadas em cidades que dispunham de produtos artesanais desenvolvidos com as mesmas madeiras utilizadas no projeto. Disponibilizou uma grande quantidade das espécies de madeira amazônica identificadas, assim como cedeu um laboratório totalmente equipado com ferramentas e maquinarias para proceder com a fase de levantamento de dados sobre as madeiras, e uma marcenaria para a produção de parte das peças idealizadas pelo projeto.

O Departamento de Ingeniería Gráfica del Diseño (DIG) da Universitat Politècnica de València (UPV/Valencia – Espanha), em conjunto com o DEG, forneceu informações técnicas sobre os atributos do design necessários para o desenvolvimento de novos produtos e sobre os métodos sistêmicos a serem aplicados durante as etapas de criação e geração de alternativas para os protótipos. Ambos os departamentos também desenvolveram juntos, um workshop sobre as pesquisas levantadas no Brasil e Portugal, referentes aos objetos de estudo, e acompanharam as criações (propostas de produtos) dos alunos de design da UPV para avaliarem e decidirem os protótipos do DIG a serem confeccionados pela equipe técnica do projeto nas dependências do DEG/UFAM, do LEAM/INPA, e no Centro Tecnológico da Pedra Natural de Portugal - CEVALOR, em Borba/Portugal.

E por último, o CEVALOR que colaborou com todo o processo de adaptação e uso da pedra mármore branco de Portugal com veios para o desenvolvimento dos produtos do projeto. Disponibilizou uma marmoraria com maquinários de primeira linha, e um técnico profissional para assessorar o projeto nos trabalhos de confecção dos protótipos com a pedra mármore branco de Portugal com veios. Relacionou as atividades de investigação sobre a pedra com a importância da transferência tecnológica, demonstrando as etapas de adaptação e transformação da mesma, ressaltando o bom uso da matéria-prima, formando o conhecimento e informando o diferencial das rochas ornamentais e industriais.

Novas opções de produtos para ambientes com temática regional a partir do experimento de três recursos naturais distintos

Uma vez compreendido o universo de dados levantados sobre: a pedra mármore branco de Portugal com veios, as espécies de madeiras amazônicas escolhidas para a pesquisa e a fibra vegetal de tucumã-i (*Astrocaryum acaule*), as coordenações de cada instituição parceira reuniram-se com a equipe geral dos participantes do projeto (professores, pesquisadores, alunos, técnicos e artesãos), para definir os requisitos e parâmetros que deveriam ser trabalhados durante a etapa da geração de alternativas para a confecção dos protótipos dos

produtos. Das condições estabelecidas, foi determinado que os produtos elaborados deveriam atender a ambientes comerciais de alto nível, como: hotéis, restaurantes e outros estabelecimentos com enfoques temáticos.

O projeto do produto deveria contemplar em sua estrutura, no mínimo, duas das matérias primas estudadas, com o propósito de comparar a evolução e/ou o enriquecimento material e visual das peças. Dessa forma, os alunos (principal recurso humano a ser capacitado pelo projeto), foram orientados realizar uma pesquisa de produtos similares, que considerassem em sua composição novas tecnologias associadas as propriedades das matérias primas. Assim sendo, muitos dos objetos analisados, utilizavam a pedra, a madeira e a fibra, em sua estrutura, e que estas muitas vezes contribuem para definição da tipologia e funcionalidade do mesmo. Outro fator identificado pelos alunos é que os produtos analisados também faziam uso do design, como fator estratégico, de modo que este também contribuía para o direcionamento adequado das matérias-primas na concepção do produto, respeitando suas propriedades e possibilidades de aplicação, além de considerar o ciclo de vida útil de cada material. A partir dessas observações, cada aluno deu início a criação da sua proposta de produto. As ideias para os produtos foram apresentadas considerando, primeiramente, um painel semântico com referências visuais da fauna e flora amazônica utilizadas como inspiração e um segundo painel explicativo sobre como foram apresentadas as ideias de aplicação dos materiais e sua função. A figura 2, apresenta alguns dos painéis criados pelos alunos como propostas para geração de produtos para o projeto.

Figura 2 – Painéis criados pelos alunos como propostas para geração de produtos para o projeto.



Fonte: dos autores (2017)

Ainda que as propostas fossem individuais, todos os alunos faziam questão de se reunirem entre si e discutirem sobre suas ideias, da mesma forma, buscavam se aconselhar com os representantes das intuições parceiras (Fig.3), faziam isso através de consulta local ou e-mail ou videoconferência, tudo com o intuito de saber o que pensavam a respeito de suas criações, o interesse pelas opiniões eram primordiais quando partiam das universidades, institutos e artesãos que trabalhavam diretamente com as matérias-primas, as quais os alunos queriam utilizar em suas propostas. Mais uma vez, a troca de conhecimento e informações foi fundamental durante esta fase, inclusive com demonstrações de algumas tecnologias e

ferramentas de trabalho (pertencentes a essas instituições) que poderiam auxiliar na materialização das ideias. Assim, a cada orientação dada, os alunos melhoravam os conceitos sobre suas propostas e trabalhavam com mais representação os seus desenhos.

Figura 3 –Alunos discutindo sobre suas ideias com pesquisadores, técnicos e artesãos parceiros do projeto



Fonte: dos autores (2017)

No geral, os alunos idealizaram vinte propostas de produtos, dentre os mais diversos tipos de categorias: luminárias, suportes de paredes, amplificadores de som, produtos de utilidade doméstica, entre outros. Contudo, nem todas as alternativas contemplavam a maior parte dos requisitos apresentados no projeto, tanto no uso do material, como nas limitações no processo de execução em alguns casos, fato que demandou a realização de ajustes para a maioria das propostas geradas através da realização de um Workshop para que os alunos pudessem desenvolver melhor as suas ideias. Desta iniciativa, foi possível definir as alternativas que encadeassem e considerassem, positivamente, as formas de produção mais compatíveis com a realidade local, além de obter o melhor aproveitamento dos materiais. Esta etapa, foi importante, pois os alunos puderam aliar os conhecimentos adquiridos em suas pesquisas à novas maneiras de beneficiar as matérias-primas, por meio de técnicas de encaixe, peso, visual harmônico e composição equilibrada do produto, onde cada recurso natural empregado possuía tanto a atratividade visual como a funcionalidade.

Das propostas geradas, foram selecionadas treze peças para fabricação, sendo descartadas aquelas que não atendiam os requisitos de parâmetros apresentados. O processo de fabricação dos protótipos foi intenso e distribuído para execução no Laboratório de Artefatos de Madeira – LEAM, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e na Marcenaria do curso de Design da Universidade Federal do Amazonas. Ambos, dotados de maquinários e técnicos habilitados para o procedimento de todas as etapas de produção. Além do acompanhamento dos professores-pesquisadores de cada instituição parceira, os autores das peças também observavam com atenção a materialização das suas ideias. A cada dia de produção dos protótipos, eram registrados os dados da confecção. As figuras 4 e 5 apresentam o processo de confecção de alguns dos protótipos selecionados pelo projeto.

Figura 4 – Processo de confecção do protótipo TIBA (luminária de cabeceira de cama)



Fonte: dos autores (2017)

Figura 5 – Processo de confecção do protótipo NIU (painel/expositor de pequenos acessórios)



Fonte: dos autores (2017)

Os treze produtos selecionados tiveram como critério de seleção principal, a viabilidade de produção. Analisadas as formas de confecção de cada produto selecionado, foi dado início ao processo de produção dos mesmos. Os primeiros produtos confeccionados, reuniam em sua estrutura os recursos naturais de pedra mármore branco de Portugal com veios e de madeira. As peças que exigiam a pedra na sua formação tiveram estas partes trabalhadas no Centro Tecnológico da Pedra Natural de Portugal na cidade de Borba em Portugal, sob a supervisão de um pequeno grupo, designado pela equipe geral do projeto e de um técnico profissional da CEVALOR. Quando as peças não apresentavam a estrutura ideal e conforme os desenhos técnicos dos alunos, o técnico e o grupo específico consultaram a equipe geral do projeto sobre as possibilidades de eventuais modificações e trabalhavam tais mudanças de acordo com o consentimento dos autores. Após confeccionadas todas as partes de peças que exigiam conter a

pedra em suas estruturas, foi iniciado a produção dos produtos com a fibra de tucumã-i (*Astrocaryum acaule*), e com as madeiras amazônicas.

O trabalho realizado com a fibra foi realizado no Laboratório de Design, do Departamento de Design e Expressão Gráfica da Universidade Federal do Amazonas e procedido por duas artesãs indígenas, que junto a alunos e professores, fizeram a escolha dos tipos de tramas e as cores da fibra.

Como muitos dos produtos, embora utilizassem fibra na proposta, não possuíam o detalhamento de como as tramas de composição dos tecidos, gerados a partir da fibra, poderiam ser fixadas nos produtos, permaneceu-se na realização de ajustes e modificações ao longo da execução dos projetos, fomentando a troca de experiências entre alunos, professores e artesãs. As partes dos produtos com madeira, também foram executadas paralelamente ao trabalho feito com a fibra, sendo que apresentando maior complexidade.

Todo o processo de desenvolvimento dos produtos com fibra e madeira foi realizado tanto no Laboratório de Engenharia de Artefatos de Madeira do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (LEAM/INPA), uma vez que este laboratório além de possuir maquinário mais atual, também é referência em tecnologia da madeira, como na marcenaria do DEG na UFAM.

Em princípio as partes projetadas em madeira foram confeccionadas em materiais derivados como tábuas de madeira compensada, pois as espécies doadas para o projeto ainda não haviam chegados na ocasião. Após esse primeiro experimento e a doação das madeiras, a confecção foi orientada conforme os desenhos técnicos dos alunos e conhecimento dos especialistas envolvidos. Finalizada a etapa de confecção dos produtos, a equipe técnica do projeto realizou o registro fotográfico das peças (Fig. 6 e 7).

Figura 6 – Protótipos dos produtos desenvolvidos pelo projeto



Fonte: dos autores (2017)

Figura 7 – Protótipos dos produtos desenvolvidos pelo projeto



Fonte: dos autores (2017)

Materiais e Métodos utilizados pela pesquisa

Todo o estudo foi desenvolvido com base em dados qualitativos e quantitativos, classificados como: exploratórios, descritivos, explicativos e experimental (Gil, 2010). Apresenta uma abordagem conceitual sobre as percepções das pessoas sobre as questões sociais e fatos sobre o estado atual do fenômeno em estudo, descrevendo a natureza das condições em uma situação (Marconi e Lakatos, 2006). Permitiu observar as opiniões coletadas, o problema e o tipo de impacto entre os seus elementos (Blaxter, Hughes, & Tight, 2002), de modo a determinar a força da correlação entre as variáveis resultantes dessas opiniões, obtidas a partir de uma população específica. Foram utilizados: livros, artigos publicados em congressos e revistas científicas, registros de entrevistas, jornais e dados divulgados por instituições ou pesquisadores em páginas de internet, tudo para respaldar todo o estado da arte. O universo da pesquisa contemplou ambientes comerciais com enfoque regional, localizados na cidade de Manaus. Além disso, buscou preparar os participantes do projeto, principalmente os discentes do Departamento de Design e Expressão Gráfica da Universidade Federal do Amazonas e do *Departamento de Ingeniería Gráfica da Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño da Universitat Politècnica de València*, na cidade de Valência/Espanha, para a devida atuação na projeção de produtos provenientes de matérias-primas naturais. Dos procedimentos adotados para a coleta de informações, ferramentas e métodos para o controle e qualidade dos dados, a equipe do projeto utilizou: formulários de orientação e questionários de observação para o registro de informações referentes ao mercado alvo da pesquisa. Semanalmente foram realizadas reuniões com os grupos de estudo para explanação e discussão sobre os dados coletados. As reuniões eram registradas com câmera fotográfica, filmadora e os resultados gravados em arquivos digitais para posterior produção do relatório final do projeto. Para o processo de criação das propostas, os alunos utilizaram das técnicas conceituais do desenho técnico, de observação, renderização, construções de painéis semânticos. Dos softwares gráficos utilizados foram: *CorelDraw*, *Adobe Illustrator*, *Adobe Indesign* e *Adobe Photoshop*. E dos softwares 3D: *AutoCAD*, *3D Max*, *Blender*, etc. O processo de confecção das peças foi realizado nos laboratórios, marcenarias e marmoraria das instituições parceiras, localizadas nas cidades de Manaus (Amazonas/Brasil), Valencia (Espanha) e Borba (Portugal), com o devido assessoramento dos pesquisadores, docentes e técnicos vinculados a elas. Os recursos naturais de estudos foram doados, em forma de resíduos, pelo INPA – doador da madeira, pelo CEVALOR - doador da pedra, e pela empresa de artesanato Arte Tukano que é vinculada à comunidade do Juquira - produtora da fibra de tucumã-i (*Astrocaryum acaule*).

Resultados

Com os protótipos concluídos, a equipe do projeto idealizou uma pequena exposição, nas dependências do Departamento de Design e Expressão Gráfica da UFAM, com o intuito de verificar o nível de aceitação das pessoas (alunos, professores, pesquisadores, empresários do ramo hoteleiro e de restaurantes temáticos). Para tanto, apresentou um formulário de observação ao público que participou do referido evento, com algumas variáveis a serem consideradas ao longo do processo de apreciação das peças expostas.

De acordo com os dados registrados, a maioria dos participantes da exposição aprovou a iniciativa do projeto de combinar três recursos naturais distintos à formação de produtos, pois considera que o uso dessas matérias-primas na composição dos produtos oferece boas vantagens com relação a aspectos como: custo/benefício, processo produtivo e benfeitorias aos campos sócio-econômico-cultural das localidades envolvidas no projeto. Para o universo amostral, reunir na formação dos produtos elementos naturais amazônicos e europeu, fez das propostas dos produtos um diferencial para a segmentação do mercado pesquisado, além de oferecer benefícios aos seus possíveis consumidores em potencial. Sobre os atributos do design, combinados às características das matérias-primas empregadas nos produtos, o aspecto da composição das peças foi o mais relevante e deve ser prioritário nesse sentido, sendo reforçado pela resistência e o valor cultural das mesmas.

Quanto aos novos produtos apresentados nas exposições, grande parte do público afirmou que a ideia transmitida pelo conjunto de objetos criados é inovadora, principalmente por ter reunido em sua essência, a transferência de conhecimento e de tecnologias para a gestão e fabricação desses novos produtos, acompanhadas da valorização dos aspectos técnicos, científicos, socioculturais, econômicos e eco sustentáveis, para o alcance de novos mercados. Além disso, possibilitou o contato de profissionais locais (pertencentes ao estado do Amazonas) a trocar experiências e informações com instituições de renome nacional e internacional.

O contato com as peças fez com que as pessoas se interessassem por dados mais aprofundados sobre a realização da pesquisa e as suas fases de desenvolvimento. Com base nesse interesse, a equipe do projeto teve a oportunidade de relatar as oportunidades e as limitações para poder propor, confeccionar e ofertar ao mercado os protótipos em exposição.

Das dificuldades enfrentadas, que foram muitas, as mais trabalhosas dizem respeito ao processo de fabricação das peças idealizadas pelos alunos de Design da *Universitat Politècnica de València* (UPV/Espanha), as quais foram produzidas pelos alunos do curso de Design da UFAM, em Manaus, e que tiveram que passar por ajustes e novas adaptações para a sua melhor confecção e uso. Grande parte desses produtos tiveram que ser modificados devido a incompatibilidade sistêmica de alguns dos seus elementos de composição, que não eram condizentes aos que foram encontrados disponíveis no Brasil, uma vez que a proposta tinha como base um recurso natural europeu (pedra). Ainda que o processo de produção tenha sido demorado e muito trabalhoso, por cada parte da sua composição exigir atenções específicas, o resultado alcançado foi considerado bastante satisfatório.

Outros produtos, feitos na marcenaria da UFAM tiveram sua linha de confecção suspensa algumas das vezes por não ter partes de sua estrutura finalizada, uma vez que estas estavam sendo produzidas pela Centro Tecnológico da Pedra Natural de Portugal (CEVALOR), em Portugal. Assim, a meta de atingir a tempo a finalização dessas peças era prejudicada.

Alguns produtos, apresentaram fatores como: peso, volume e perfuração que influenciaram na demora dos acabamentos na parte que continha as espécies de madeira. Contudo os demais

elementos em pedra e em fibra foram produzidos dentro do tempo previsto e sem nenhuma necessidade de alteração ou de reparo. Por outro lado, a maioria dos protótipos confeccionados, tiveram um processo de fabricação rápido e bastante eficaz, principalmente, aqueles que apresentam poucos elementos em sua formação estrutural.

Diante do diálogo tido com o público da exposição e da apresentação das peças do projeto, viu-se que a proposta da pesquisa obteve um alto nível de aceitação. Tanto que as instituições parceiras solicitaram ao DEG, a realização da mesma exposição em seus países (Espanha e Portugal), que foram também realizadas com sucesso.

Em ambas as ocasiões, toda a equipe técnica do projeto foi parabenizada pelo significativo trabalho realizado em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), o Centro Tecnológico da Pedra Natural de Portugal (CEVALOR/Portugal) e a *Universitat Politècnica de València* (UPV/Espanha). Após constatar a positiva aceitação por parte do público dessas instituições, que também demonstraram imensa satisfação com os resultados alcançados com a pesquisa, a Universidade Federal do Amazonas - através da equipe técnica do projeto de cooperação internacional e do seu Departamento de Design e Expressão Gráfica (DEG), conseguiu estreitar os laços entre tais instituições parceiras e receber convites para futuras atividades de pesquisa, em conjunto a estas. Além disso, o projeto ainda pode relacionar os seguintes resultados também considerados positivos:

- A obtenção de 13 (treze) protótipos de produtos, confeccionados com duas ou três das matérias-primas de estudo: pedra, madeira e fibra;
- Produção de 1000 (mil) exemplares de Catálogo dos Produtos confeccionados através do projeto, publicação cujo número do ISBN é: 978-85-7401-808-9;
- A geração de 13 (treze) Registros de Patentes;
- A apresentação dos protótipos do projeto, através de Exposição realizada na Sala de Exposições de Projetos do Departamento de Design e Expressão Gráfica da Universidade Federal do Amazonas (DEG/UFAM) no Brasil;
- Apresentação dos protótipos do projeto, através de Exposição realizada na Sala de Exposições da Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño da Universitat Politècnica de València (ETSID/ UPV) na Espanha;
- O alto grau de aceitação por parte do público visitante de ambas as exposições;
- O fortalecimento das parcerias internacionais e institucionais envolvidas no projeto;
- A propostas para a realização de novos projetos, na mesma segmentação, junto ao Centro Tecnológico da Pedra Natural de Portugal - CEVALOR, a *Universitat Politècnica de València* - UPV, ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA e
- Um convite para compor a equipe de pareceristas da Revista *Projetica*, do Departamento de Design da Universidade Estadual de Londrina, que é Qualis B4.
- Um convite para compor a equipe de pareceristas da Revista *rDis®* - Red Internacional de Investigación en Diseño Sistemico da Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) da Universitat Politècnica de València (UPV/Espanha);
- Publicação de artigo completo abordando a metodologia de Design Concurrente aplicada no projeto: Concurrent Design Model (CDM) applied to education for design and development new products inspired by nature from Amazon, aprovado e publicado no 3rd International Conference for Design Education Researchers - School of Art Institute of Chicago – June 28 - July 1, 2015 Chicago, IL, USA;

- Publicação de artigo completo abordando estudos ergonômicos dos produtos do projeto: Affective and pleasurable values that ergonomics provides to the product design inspired and produced from natural Amazon resources para o 7th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2016) - Orlando, Florida, USA July 27-31, 2016;

É válido considerar que o grau de impacto alcançado foi significativo, pois o projeto, através da união e determinação de sua equipe técnica, resultou em conquistas consideráveis, entre as quais se destacam:

- A capacitação dos discentes de Design do Departamento de Design e Expressão Gráfica da Universidade Federal do Amazonas (DEG/UFAM para o desenvolvimento de novos produtos com matérias-primas naturais da Amazônia;
- A capacitação de mão-de-obra para a produção de artefatos produtos artesanais com pedra, madeira e fibra;
- A troca de experiência profissional, técnica e científica entre os seus participantes;
- A valorização de matérias-primas naturais nacionais e internacionais;
- A valorização do saber tradicional, cultural e do design
- O incentivo à participação de acadêmicos, técnicos e docentes em projetos de pesquisa que tenha o design como fator diferencial e estratégico para o melhor uso de recursos naturais no mercado de produtos decorativos e utilitários;

O êxito obtido pela pesquisa foi possível devido: o apoio significativo da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), órgão financiador do projeto e que investiu na formação e aperfeiçoamento de recursos em busca de um padrão de excelência acadêmica no desenvolvimento de pesquisas e na promoção da cooperação científica internacional. Ressalta-se também a força de vontade, o empenho e a dedicação dos componentes da equipe em atingir os objetivos traçados pelo projeto, fato que facilitou significativamente o bom diálogo e entendimento entre as instituições parceiras para a realização de todas as fases de estudo, principalmente a produção dos protótipos. As dificuldades foram muitas, contudo foi possível alcançar além das metas atingidas.

Referências

BLAXTER, L; HUGHES, C y TIGHT, M. **Cómo se hace una investigación**. Barcelona: Gedisa, Barcelona. España, 2002.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas. São Paulo, 2010.

MARCONI, M. A y LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas. São Paulo, 2006.

MAZARELO, KARLA; PAIXÃO-BARRADAS, S.; SILVA, M. S. E.; S.; NASCIMENTO, C. C. **Design e desenvolvimento de novos produtos através da transferência de conhecimento entre Brasil, Espanha e Portugal**. Revista de la red internacional de investigación en diseño., v. 1, p. 258-274, 2016.

PAIXÃO-BARRADAS, S.; PACHECO, K.M.M ; SILVA, M. S. E. **Affective and Pleasurable Values That Ergonomics Provides to the Product Design Inspired and Produced from Natural Amazon Resources**. Advances in Intelligent Systems and Computing, v. 483, p. 411-421, 2016.

Mariana Piccoli, Joyson Pacheco, Leonardo Brandi *

Caracterização e definição de parâmetros de corte a laser em tubos de papelão: possibilidades de aplicação no design de produtos



Mariana Piccoli

Mestra; Centro Universitário Franciscano <marianap.piccoli@gmail.com>

Joyson Pacheco

Doutor; Universidade Federal do Rio Grande do Sul <joyson@meccanica.ufrgs.br>

Leonardo Barili Brandi

Mestre; Universidade Federal do Rio Grande do Sul <leonardo.bari-li@gmail.com>

Resumo O objetivo deste trabalho foi identificar parâmetros técnicos de corte a laser em tubos de papelão, e caracterizar o material por meio de MEV e análise termogravimétrica ATG. Como resultados da caracterização, a temperatura de combustão indica que até os 210°C existe uma faixa de segurança na utilização dos tubos. A microscopia eletrônica de varredura mostrou as características morfológicas da superfície interna, externa, do miolo e da borda do tubo de papelão. Concluiu-se a viabilidade da aplicação da tecnologia de corte a laser no material, determinando-se a potência e velocidades adequadas para o corte mais eficiente em cada espessura. Após as pesquisas, demonstra-se que o tubo de papelão é um material passível de aplicação no design de produtos.

Palavras chave Corte a laser, tubos de papelão, design de produtos.

Characterization and definition of laser cutting parameters in cardboard tubes: application possibilities in product design

Abstract This study aims to identify the laser cutting technical parameters in cardboard tubes, and characterize the material by scanning thermal gravimetric analysis (TGA) and electron microscopy (MEV). As a result, the combustion temperature the ATG identified, indicates that even at 210°C there is a range of safety of the tubes. The scanning electron microscopy showed the morphological characteristics of the inner surface, outside of the core and the cardboard tube edge. It was concluded the feasibility of applying the laser cutting technology in the material, determining the proper power and speed to more efficiently cut into each thickness. After research, it is shown that the cardboard tube is a material that could be used on product design.

Keywords Laser cutting, cardboard tubes, product design.

Introdução

Os tubos de papelão são usados em diversos segmentos industriais – seja na forma de embalagem ou como suporte para o enrolamento de tecido, papéis, fios, borrachas, adesivos e outros tipos de películas. É um material muito utilizado para armazenagem e transporte de mercadorias por sua versatilidade e baixo custo, podendo ser fabricado em diversos comprimentos, diâmetros e espessuras.

Segundo Preston e Bank (2012, p. 657) os tubos de papel são produtos de alto nível de engenharia estrutural, usados principalmente nas indústrias de papel e tecidos. Também são utilizados como formas para construção de pilares de concreto.

Para maximizar a utilização dos tubos, apresentando-o como um material passível de aplicação no design, torna-se necessário que suas características e seus parâmetros técnicos sejam reconhecidos e difundidos. Apesar de já existirem propostas de uso dos tubos no design de produto, especialmente no mobiliário, não foram encontradas pesquisas relacionadas ao estudo dos parâmetros para sua utilização; assim, acredita-se que o material foi reconhecido de forma empírica.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa é identificar os parâmetros técnicos de corte a laser nos tubos de papelão, expondo uma possibilidade de utilizar este processo produtivo no material para o design de produto, além de caracterizar os tubos por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), expondo sua morfologia e a estrutura superficial dos materiais, e da análise termogravimétrica (ATG), visando identificar a temperatura de combustão do material e determinando uma faixa de segurança de temperatura de aplicação.

Desenvolvimento

Simplificadamente, o tubo de papelão é constituído por camadas de papel kraft, coladas e configuradas em uma geometria cilíndrica oca. São utilizados dois tipos distintos de papel kraft: um para o miolo do tubo, e outro para acabamento (superfície externa).

Segundo informações do fornecedor Primo Tedesco (2008), o papel do miolo é 100% reciclado, na cor parda, em uma gramatura que varia de 110 a 450 g/m² (também conhecido como semi-kraft ou kraft de segunda). Já o papel do acabamento é o *kraft liner*, com menor percentual de fibra reciclada, produzido em gramaturas de 60 a 100 g/m². O papel de acabamento é o mais caro, sendo por isso utilizado somente nas camadas externas do tubo.

Durante o processo de reciclagem do papel, as fibras que o compõe tem sua estrutura original alterada – grande porcentagem delas é quebrada – modificando, conseqüentemente, suas propriedades. Cardoso et al. (2012, p. 404) expõem algumas características que diferenciam as fibras recicladas das fibras virgens: redução do comprimento médio das fibras; redução das propriedades de resistência do papel; aumento da opacidade e menor flexibilidade das fibras.

Sobre este assunto, Petutschnigg e Ebner (2007, p. 408) observam que como o papel consiste principalmente em fibras de madeira e é um recurso renovável, pode ser um material interessante e sustentável para as futuras demandas, substituindo outros. Os mesmos autores também defendem que a aplicação de novos materiais é dependente principalmente das suas propriedades específicas, incentivando a análise e estudo destas características.

A fim de caracterizar o material e conhecer suas propriedades, realizou-se a microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a análise termogravimétrica (ATG), para posteriormente estudar os parâmetros técnicos relacionados ao corte a laser. Após pesquisa exploratória, selecionou-se como padrão de tubo a ser pesquisado o de diâmetro interno 76,2mm

(encontrado geralmente nas espessuras 3mm, 4mm, 5mm e 6,5mm), por ser o mais facilmente encontrado no mercado (padrão de uso em gráficas).

A fim de guiar o procedimento de confecção dos corpos de prova, utilizou-se a ABNT NBR 14101:1998 – Papel e cartão – Tubetes – Amostragem para ensaios.

Durante todo o período anterior aos ensaios, os tubos foram protegidos das influências que pudessem alterar suas propriedades, como a luz direta do sol, flutuações climáticas consideráveis, líquidos e umidade, conforme dita a norma.

Somente depois de estabelecido o equilíbrio de umidade entre os corpos de prova e atmosfera (requerido para estabilizar o estado físico dos materiais) é que os materiais foram submetidos aos ensaios. Para isso, foram mantidos por um período entre sete e dez dias no Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM – UFRGS), na atmosfera condicionadora de temperatura 23°C e umidade relativa 50%, conforme ABNT NBR 14102:2002 Papel e cartão – Tubetes – Condicionamento das amostras, até que atingissem a massa constante.

Os corpos de prova para o ensaio de corte a laser foram cortados rigorosamente a 90° com relação ao seu eixo em uma serra circular de esquadria, modelo LS1040, da Makita®; potência de 1650W e 4600 rpm, equipada com disco de corte com lâmina de wídea de 32 dentes, sem causar deformações, e suas medidas foram aferidas com o uso de trena e paquímetro universal.

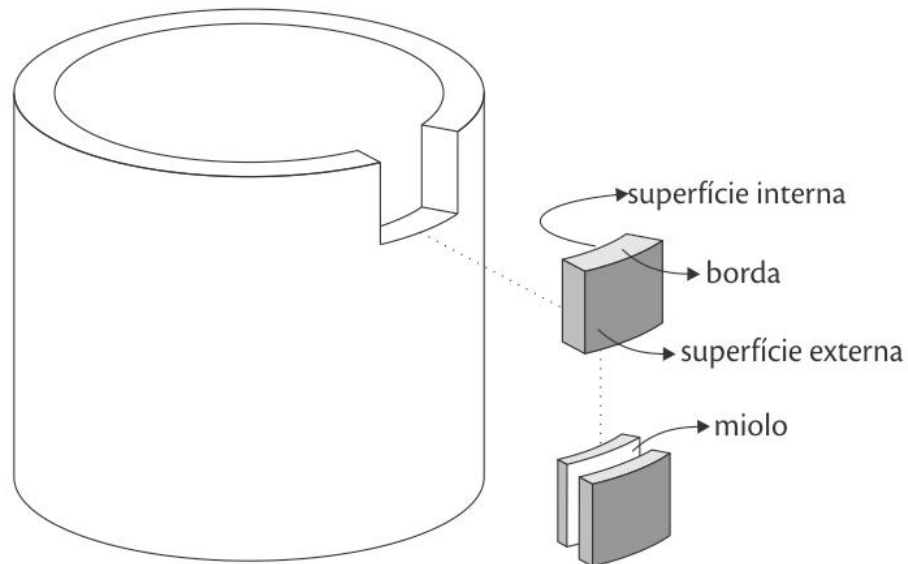
Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Para conhecer as características morfológicas da superfície interna, externa, do miolo e da borda do tubo de papelão, desenvolveu-se sua caracterização por microscopia eletrônica de varredura (MEV), método não destrutivo que permite visualizar a morfologia e a estrutura superficial dos materiais a partir de amostras sólidas.

O equipamento utilizado é da marca Hitachi® modelo TM 3000 e está localizado no LdSM - UFRGS. Foram obtidas imagens eletrônicas do tipo BSE (*backscattered electron* – elétrons retroespalhados). A aceleração do feixe de elétrons utilizada foi de 15 KeV, e o equipamento opera com aumentos de até 30.000 vezes.

Analisou-se uma amostra de 10mmX10mm, retirada da borda de tubos de papelão com 76,2mm de diâmetro interno e 5mm de espessura de parede. Visualizou-se a superfície externa do material, a superfície interna, o miolo – observado pelo destacamento de uma camada da amostra – e a borda, como está representado na Figura 1.

Figura 1 - Representação gráfica do local de onde foi retirada a amostra e indicação de cada superfície que foi analisada por microscopia eletrônica de varredura.



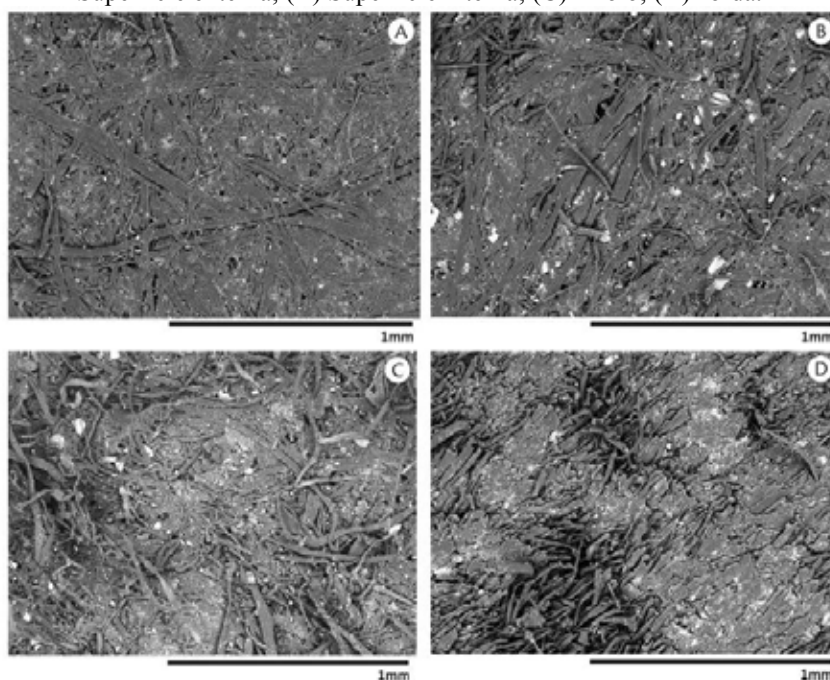
Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

Analisando-se as imagens obtidas, concluiu-se que a superfície externa (Figura 2A) do tubo apresenta homogeneidade em sua estrutura, com as fibras longas e aparentemente bem assentadas e compactadas, já que não se percebem diferenças de profundidade. Como se sabe pela visita à fábrica dos tubos de papelão, o papel da superfície externa possui menor porcentual de fibra reciclada.

Conforme se integram materiais provenientes de reciclagem e aumenta-se o porcentual de fibra reciclada contida no papel, perde-se a homogeneidade e visualiza-se uma maior quantidade de impurezas e incrustações de outros materiais – características aparentes na microscopia das superfícies interna (Figura 2B) e do miolo (Figura 2C), que apresentam ainda heterogeneidade no comprimento e largura das fibras.

A imagem da borda (Figura 2D) mostra as fibras cortadas em uma vista de topo (o corte foi realizado com serra circular).

Figura 2 - Microscopia eletrônica de varredura da superfície de um tubo de papelão de 5mm de espessura. (A) Superfície externa; (B) Superfície interna; (C) Miolo; (D)Borda.



Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

A morfologia reconhecida corrobora com os dados sobre a utilização de diferentes tipos de papel kraft na fabricação dos tubos de papelão, fator que pode influenciar em algumas características do material. Como afirmam Cardoso et al. (2012, p. 404) as fibras recicladas, chamadas de secundárias, perdem ligações entre fibras pois durante o processo de reciclagem uma grande porcentagem delas é quebrada.

Análise termogravimétrica (ATG)

O intuito deste ensaio é reconhecer a mudança de massa no material devido à interação com o aumento de temperatura, enquanto é submetido a uma programação controlada de temperatura. Conforme Canevarolo (2007) esta técnica possibilita conhecer as alterações que o aquecimento pode provocar na massa das substâncias, o que permite estabelecer a faixa de temperatura em que começam a se decompor, acompanhar o andamento das reações de desidratação, oxidação, entre outras informações que podem ser obtidas. Identificou-se a temperatura de combustão do material, fornecendo dados sobre a necessidade de um estudo posterior sobre recobrimentos de proteção ao fogo.

A taxa de aquecimento utilizada foi de 5°C/min, em uma faixa de temperatura variando entre 25 e 400°C, em atmosfera de oxigênio a 99,9%. Utilizou-se o equipamento para análise termogravimétrica Mettler-Toledo®, modelo SDTA-TGA 851e, localizado no Laboratório de Materiais Cerâmicos – LACER/UFRGS.

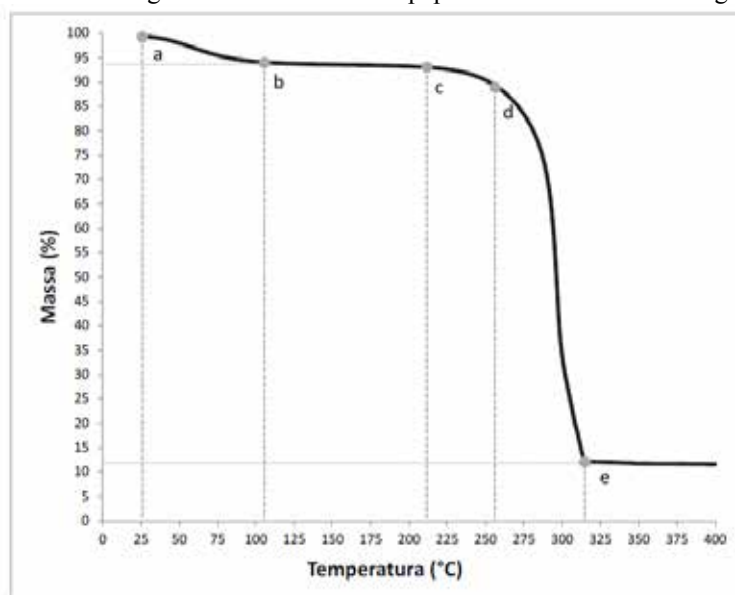
A curva termogravimétrica traça o peso versus a temperatura ou o tempo; a seguir, a curva TG do tubo de papelão (Figura 3). O patamar inicial (ponto a) refere-se à temperatura ambiente de 25°C, onde a massa da amostra está em 100%. Com o acréscimo da temperatura, percebe-se o momento inicial da perda de massa, que se estende até um pouco além de 100°C (ponto b); associam-se estes valores à evaporação da água (desidratação e secagem do

material), causando uma perda de massa de cerca de 7% - taxa de umidade incorporada nos tubos, reconhecida na literatura entre 6 e 9%.

O segundo momento de perda de massa (ponto c) inicia em 210°C, o que pode ser atribuído à degradação da resina que une as camadas de papel kraft. Entretanto, a perda significativa de massa ocorre a partir dos 255°C (ponto d), iniciando o processo de decomposição térmica, que interrompe bruscamente nos 310°C.

A partir dos 310°C (ponto e), percebe-se a estabilização da perda de massa e o término da decomposição térmica, sendo o patamar final do ensaio. No degrau entre o ponto d e o ponto e, que corresponde à diferença entre as temperaturas 255°C e 315°C, a variação de massa da amostra foi cerca de 60%. Assim, reconhece-se esta faixa como sendo a temperatura de combustão do material. Ao final do ensaio, a massa da amostra é de somente 12%.

Figura 3 - Curva termogravimétrica do tubo de papelão em atmosfera de oxigênio.



Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

A temperatura de combustão do material indica que até os 210°C existe uma faixa de segurança na sua utilização, aspecto positivo para a aplicação dos tubos no design de produtos. Além disso, o resultado de somente uma curva significativa de perda de massa reflete a existência de apenas um material na composição do tubo de papelão, neste caso a celulose.

Corte a laser

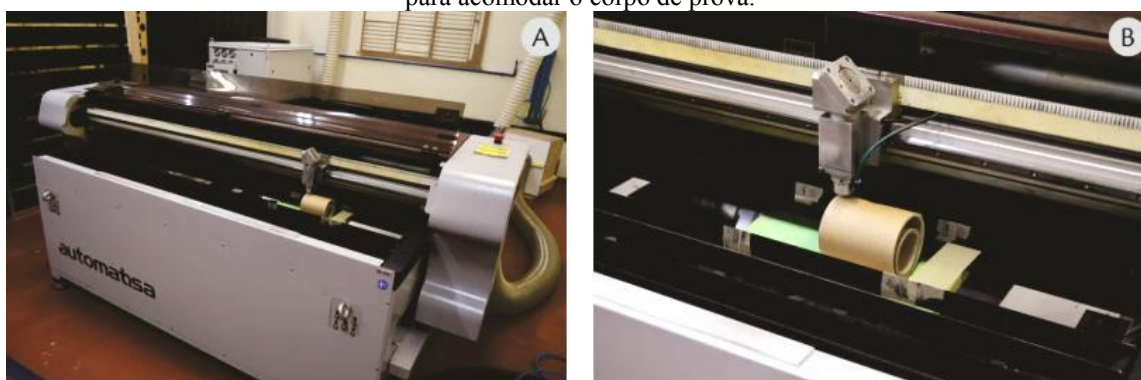
Para este ensaio, foram utilizados dois corpos de prova de cada espessura, de 100mm de comprimento, totalizando oito corpos de prova. A medição das dimensões foi realizada utilizando-se um paquímetro universal.

A tecnologia de corte a laser é um processo de alta precisão, sendo atualmente utilizado em vários setores industriais. As vantagens da utilização do corte a laser são várias: maior rapidez produtiva, possibilidade de corte sem desperdício de material, cortes detalhados e muito precisos.

Para os ensaios de definição dos parâmetros de corte a laser, utilizou-se o equipamento Automatisa®, modelo Acrila (Figura 4A), que permite efetuar cortes a laser e gravações em diversos materiais, localizado na Oficina de Modelos, Protótipos e Maquetes da Faculdade de Arquitetura/UFRGS.

O equipamento realiza cortes em materiais com até 25mm de espessura, e esta altura é limitada por uma mesa de tampo metálico vazado em formato de colmeia. Como os tubos de papelão possuem um diâmetro externo médio de 85mm, foi necessário retirar o tampo e improvisar um “berço” para acomodar os tubos durante o corte (Figura 4B) e alcançar a medida de 5mm entre o bocal do feixe laser e a superfície a ser cortada, para atingir o foco ideal de corte.

Figura 4 - (A) Equipamento de corte e gravação a laser, modelo Acrila, da Automatisa®; (B) Berço improvisado para acomodar o corpo de prova.



Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

A potência máxima do equipamento laser utilizado é 200W. Os parâmetros passíveis de ajuste são: a potência do feixe de laser, a aceleração e a velocidade de movimentação do bocal de corte. Os ensaios foram realizados em corpos de prova de tubos de papelão de todas as espessuras estudadas (3mm, 4mm, 5mm e 6,5mm).

Com o intuito de reconhecer qual potência e velocidade de corte era mais eficaz para cada espessura de tubo de papelão, desenhou-se no software do equipamento de corte a laser um retângulo de 25mm de comprimento e 4mm de altura, e realizou-se este corte no material – um retângulo para cada variação de parâmetro testado.

Na definição dos parâmetros a serem ensaiados, buscou-se a pesquisa de Raseira (2013), que estudou o processo de corte a laser em diversas espécies de madeiras, alcançando o melhor resultado com a potência entre 66,5W e 70W. De forma a ter um estudo mais amplo e reconhecer outras possibilidades, iniciou-se fixando a potência mínima a ser trabalhada em 25% (50W), menor potência que efetuou o corte durante o ensaio exploratório; e como potência máxima 45% (90W), 20W a mais que a maior potência estudada por Raseira (2013). A variação entre as potências foi de 5 em 5% - ou seja, as potências utilizadas foram: 50, 60, 70, 80 e 90W. Dentro de cada potência fixa, variava-se a velocidade do corte, de 5mm/s até o limite onde o corte era realizado, também variando de 5 em 5mm/s.

Para analisar os cortes e as superfícies externa e interna, os tubos foram visualizados a olho nu, registrando-se os resultados por meio de fotografias, e os cortes realizados com a potência que apresentou maior eficiência (produziu cortes efetivos em velocidades mais altas) tiveram suas superfícies analisadas com o uso do microscópio estereoscópio (marca Olympus®, modelo SZX16), localizado no LdSM.

No total, entre todas as espessuras estudadas no ensaio definitivo, foram realizados 131 cortes no formato de retângulo, em diferentes combinações de potência e velocidade. Na Figura 5 apresentam-se os corpos de prova de 4mm de espessura, após a realização do ensaio.

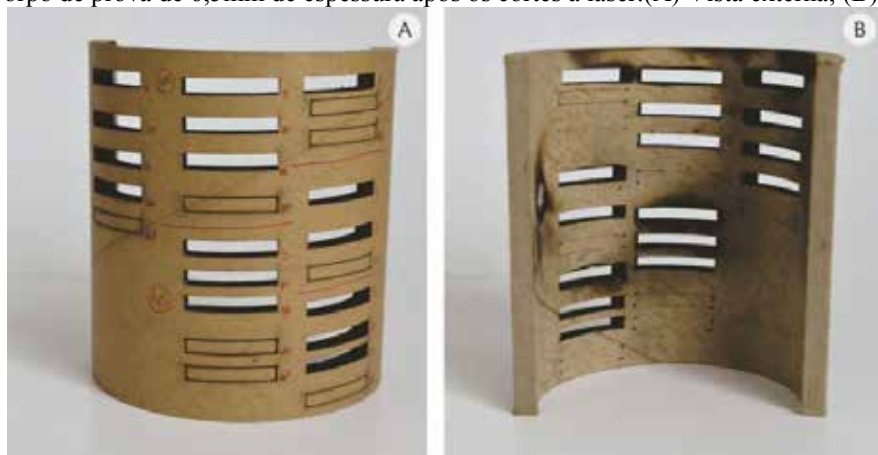
Figura 5 – Corpos de prova após os ensaios de corte a laser.



Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

Para analisar os cortes e as superfícies externa e interna, os tubos foram “abertos” com uma serra tico-tico e visualizados a olho nu, registrando-se os resultados por meio de fotografias. Na imagem abaixo (Figura 6) pode-se ver o corpo de prova de 6,5mm de espessura. Apesar de o corte ser aparentemente eficaz pela vista externa (A), quando analisado pelo lado interno (B) pode-se ver as áreas escurecidas devido à queima.

Figura 6 – Corpo de prova de 6,5mm de espessura após os cortes a laser.(A) Vista externa; (B) Vista interna.



Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

Pela observação visual, na Tabela 1, encontram-se as maiores velocidades de ação do laser passíveis de romper por completo os tubos de papelão, nas distintas espessuras, consideradas velocidades eficazes de corte.

Tabela 1 – Velocidades eficazes de corte a laser para os tubos de papelão, de acordo com cada potência e espessura.

Potência	CP 3mm	CP 4mm	CP 5mm	CP 6,5mm
25 (50W)	30mm/s	15mm/s*	15mm/s*	5mm/s*
30 (60W)	35mm/s	20mm/s	20mm/s	10mm/s*
35 (70W)	50mm/s	30mm/s	20mm/s	15mm/s*
40 (80W)	55mm/s	40mm/s	25mm/s	15mm/s*
45 (90W)	60mm/s	50mm/s	30mm/s	20mm/s*

*Superfície com coloração bastante escurecida devido à queima.

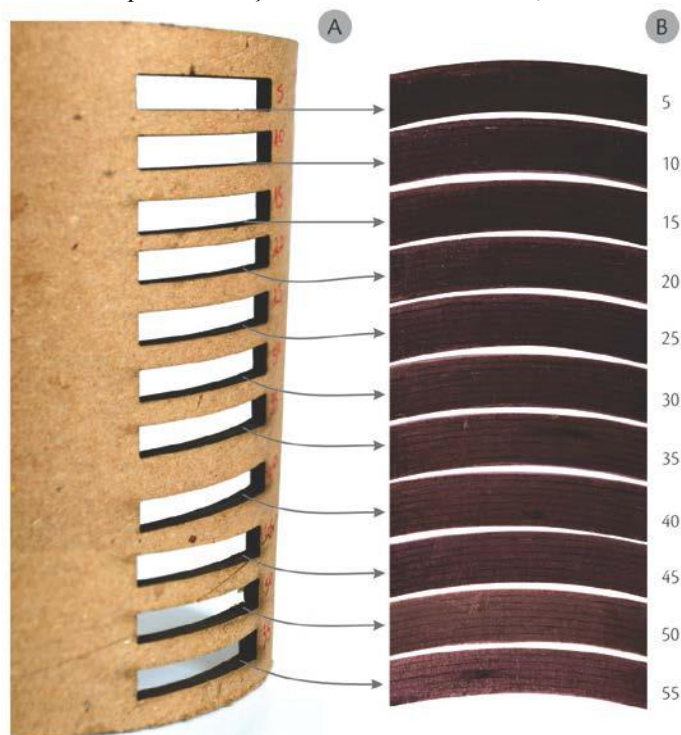
Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

As velocidades menores do que as apresentadas na Tabela 1 também ocasionaram o corte total, porém causaram maior queima, já que o feixe de laser permaneceu maior tempo em contato com o material, gerando uma alteração (escurecimento) da área. Além disso, quanto maior o tempo de contato do laser, maiores as chances de o material entrar em combustão. Já as velocidades maiores que as apresentadas na tabela não romperam por completo o corpo de prova, e foram consideradas ineficientes.

Os resultados confirmam aqueles da pesquisa de Raseira (2013), apesar de ser um material distinto: quanto maior a espessura do material – neste caso o tubo de papelão –, menor é a velocidade eficaz de corte, resultando em um maior tempo de interação laser/material para que haja o rompimento total.

Como foram percebidas poucas diferença visuais (queima e acabamento) entre as mesmas potências e velocidades de corte em tubos de papelão de espessuras distintas, selecionou-se o tubo de papelão de 4mm de espessura, cortado na potência de 90W, com as velocidades variando entre 5 e 55mm/s, para a análise mais detalhada com o uso do microscópio estereoscópio. Assim, apresenta-se uma fotografia dos cortes realizados (Figura 7A) e as imagens de microestereoscopia de cada corte (Figura 7B), onde se pode visualizar a variação de tonalidade da área atingida pelo feixe de laser.

Figura 7 – (A) Fotografia do tubo de papelão de 4mm, cortado na potência 90W; (B) Imagens de microestereoscopia da variação de velocidade do corte, de 5 até 55mm/s.



Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

Percebeu-se que há alguns fatores que podem ter influenciado a eficiência do corte a laser: condições climáticas (temperatura e umidade), já que a sala onde este teste foi realizado não é climatizada; e a dificuldade em se atingir o foco ideal do feixe de laser, já que devido à superfície cilíndrica dos tubos, o laser perdia sua distância focal ideal à medida que avançava lateralmente. Esta condição sugere a limitação de que o corte a laser somente é possível em um determinado perímetro do tubo.

Conclusões

Pela realização dos ensaios técnicos, comprovou-se que os tubos de papelão não necessitam de recobrimentos de proteção ao fogo, já que sua temperatura de decomposição térmica, reconhecida na análise termogravimétrica, foi 210°C – assim, tem-se uma faixa de segurança na utilização dos tubos de papelão no desenvolvimento de produtos – como mobiliário, por exemplo.

Os testes de corte a laser indicam a possibilidade da aplicação desta tecnologia nos tubos de papelão. As potências entre 50W e 90W realizaram efetivamente os cortes no material. Quanto mais baixa a potência, menor a velocidade que deve ser utilizada para um rompimento eficaz; porém, quanto menor a velocidade, maior o escurecimento da área, já que o laser permanece em contato por um período maior de tempo que em velocidades rápidas.

A espessura dos tubos ensaiados também foi uma variável que alterou os parâmetros de corte: enquanto tubos da espessura 3mm são cortados em velocidades de até 60mm/s em 90W, nos de 6,5mm de espessura a velocidade máxima que produziu o corte foi 20mm/s na mesma potência, ainda assim com coloração bastante escurecida devido à queima.

A aplicação da tecnologia de corte a laser nos tubos de papelão abre uma vasta gama de possibilidades no design de produtos, em diferentes segmentos. Pela precisão do corte, rapidez do processo e capacidade de cortes detalhados e muito precisos, pode-se utilizar o material até mesmo para confecção de adornos contemporâneos ou brinquedos.

Durante o desenvolvimento do trabalho, surgiram algumas limitações, especialmente em relação aos equipamentos utilizados. O uso de um equipamento de corte e gravação a laser 3D, por exemplo, proporcionaria a execução de cortes complexos e sinuosos sem o problema da perda de foco devido à curvatura cilíndrica, e poderia estimular maiores experimentações e pesquisas. Permaneceram algumas lacunas a serem estudadas, como analisar a interação do material com o laser também na forma de gravação. Além disso, poderiam ser ensaiadas diferentes geometrias de cortes, variando o grau de complexidade e o tamanho dos desenhos.

A fim de demonstrar a viabilidade da utilização dos tubos de papelão no design de produtos, de forma a corroborar com os objetivos da presente pesquisa, realizou-se uma busca por exemplares de objetos que utilizam como principal material o tubo. É na área do mobiliário que se concentram a maioria dos produtos confeccionados com este material. Petutschnigg e Ebner (2007) comentam sobre a adequação dos tubos de papelão à crescente demanda das indústrias moveleiras em produzir móveis leves.

O Estudio Pomada, escritório argentino focado em design sustentável, fez dos tubos de papelão o material principal para as suas criações (Figura 8). Os tubos são cortados e lixados, e então colados em chapas de OSB (Oriented Strand Board). Após a montagem, o produto é coberto com verniz a base de água para aumentar a durabilidade.

Figura 8 - Mobiliário da Pomada. (A) Reposera; (B) Banco; (C) Peque; (D) Chupito.



Fonte: Pomada Web (2012).

No cenário do design brasileiro está o escritório SuperLimão, fundado em 2002, que trabalha com foco no uso de materiais alternativos para a construção de produtos. Dentre eles está o tubo de papelão, que aparece associado a cordas de fibra de taboa (Figura 9A), com a parte interna pintada de branco (Figura 9B) ou recortado de forma sinuosa, valorizando o desenho das curvas (Figura 9A e C).

Figura 9 - Mobiliário do SuperLimão. (A) Banquinho Biju; (B) Cadeira Circular; (C) Mesa Ampulheta.



Fonte: SuperLimão (2012).

Na área de brinquedos também podem ser encontrados produtos confeccionados com este material. O designer Oscar Diaz enxergou nos tubos de papelão a carroceria de veículos, criando a série de brinquedos “Tube Toys”. Neles, a embalagem é também parte do produto, reduzindo consideravelmente a quantidade de material descartado e o custo. Todas as partes necessárias para a construção de cada veículo vêm dentro de um tubo de papelão, que se transforma na própria carenagem (Figura 10). A montagem é simples, já que todos os orifícios para os encaixes já são cortados.

Figura 10 - Tube Toys de Oscar Diaz. (A) Embalagem do produto, modelo trator; (B) Peças do modelo; (C) Trator montado.



Fonte: Oscar Diaz (2012).

Com essa pequena mostra de produtos confeccionados utilizando-se tubos de papelão, pode-se concluir que a aplicação da tecnologia de corte a laser seria viável e poderia facilitar processos de fabricação, bem como melhorar acabamentos, já que nos exemplares apresentados os cortes são executados por meio de serras, utilizando-se gabaritos e outros meios auxiliares.

O estudo e reconhecimento de características peculiares de novos materiais é um ponto determinante para a inserção destes no design. Aspectos culturais relegam o papelão a uma função secundária, como embalagem, por exemplo, e não como matéria prima na fabricação de produtos. Mas essa concepção está mudando, na medida em que encontram referências, se projetam produtos e, principalmente, se descobrem as características deste material.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14101**: papel e cartão: tubetes: Amostragem para ensaios. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14102**: papel e cartão – tubetes – Condicionamento das amostras. Rio de Janeiro: 2002.

CANEVAROLO JÚNIOR, Sebastião V. Coord. **Técnicas de caracterização de polímeros**. São Paulo: Artliber, 2007.

CARDOSO, Maro Túlio; CARNEIRO, Angélica de Cássia Oliveira; OLIVEIRA, Rubens Chaves de; CARVALHO, Ana Márcia Macedo Ladeira; PATRÍCIO JÚNIOR, Wagner; MARTINS, Maria Cristina; SANTOS, Rosimeire Cavalcanti dos; SILVA, Juliana Cristina da. **Propriedades físicas e mecânicas de papéis reciclados utilizados para fabricação de tubetes**. In: Ciência Florestal Santa Maria, v 22, n 2, abr-jun 2012, p. 403-411.

PETUTSCHNIGG, Alexander Johannes; EBNER, Michael. **Lightweight paper materials for furniture – a design study to develop and evaluate materials and joints**. In: Materials & Design, n 28, 2007, p. 408-413.

PRESTON, Steven J.; BANK, Lawrence C. **Portals to an Architecture**: Design of a temporary structure with paper tubes. In: Construction and Building Materials, n 30, 2012, p. 657-666.

PRIMO TEDESCO. **Produtos**. 2008. Disponível na internet por http em: <http://www.primotedesco.com.br/por/produtos_papel.php#papel_1>. Acesso em: 10 jul. 2012.

RASEIRA, Cristine Bassols. **Design e tecnologia aplicados a resíduos de madeira**: especificações para o processo de corte a laser em marchetaria. 2013. 168p. Dissertação – Programa de Pós Graduação em Design – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

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

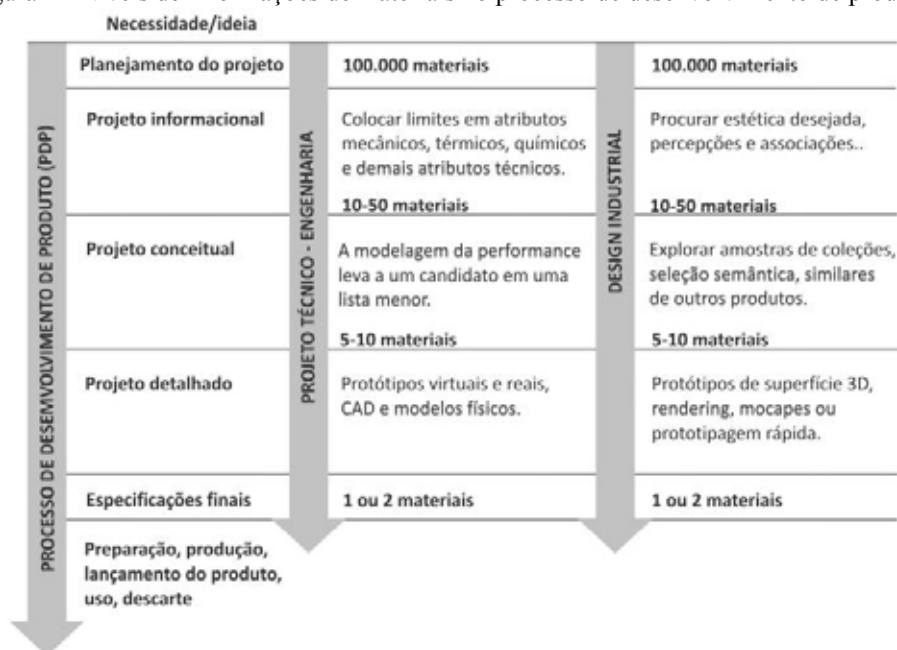
designs inovadores a partir de materiais ou podem ser desenvolvidos novos materiais" (CALEGARI e OLIVEIRA, 2013, p. 52).

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.



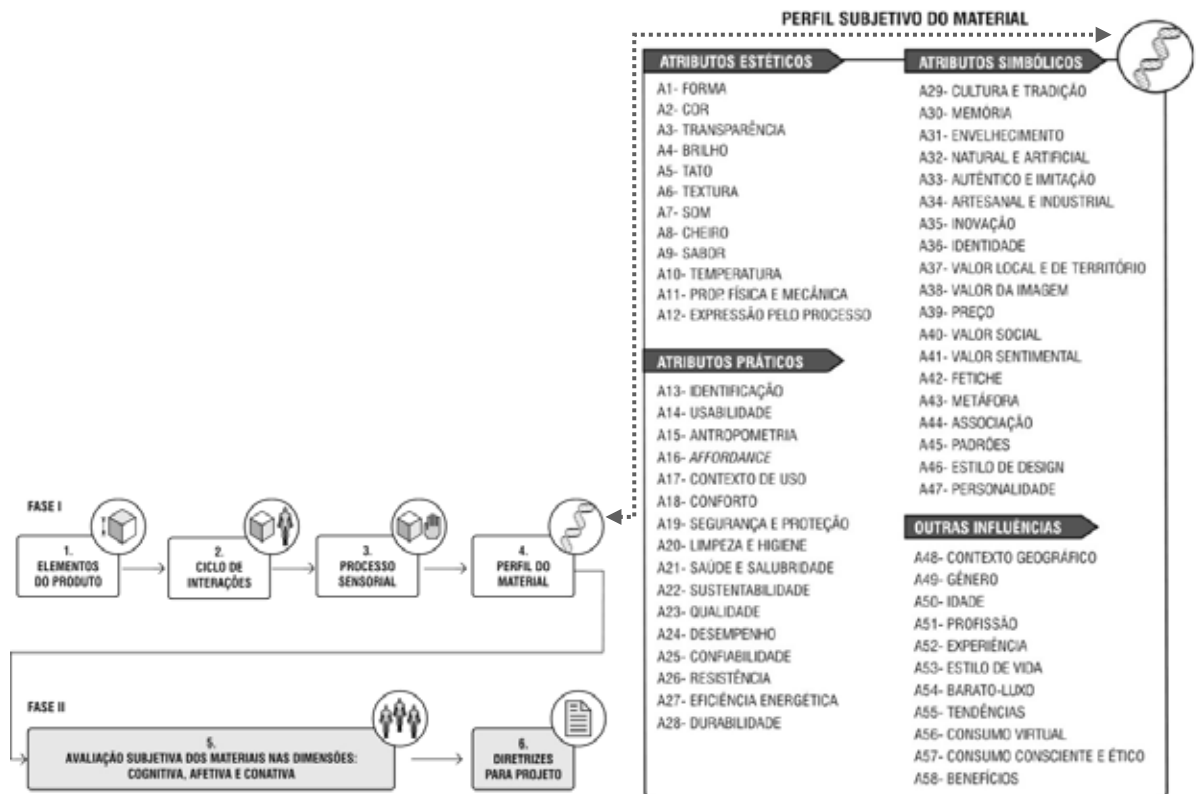
Fonte: *Materials ConneXion*®, *MateriO*®, *Transmaterial*® e *MateriaBrasil* (2016).

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.

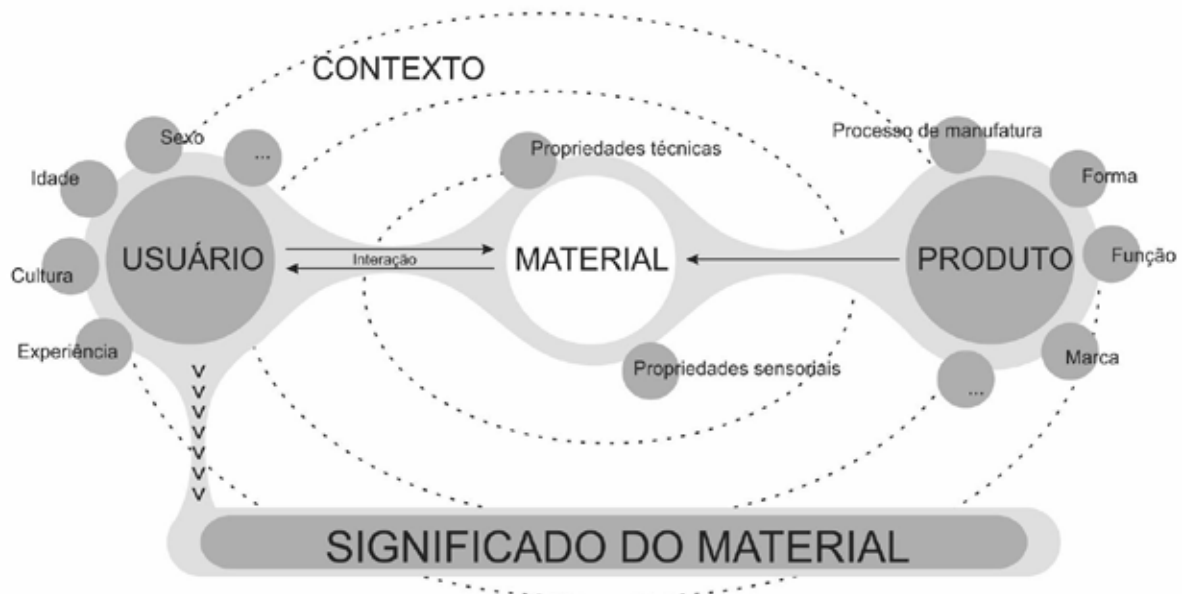
De modo mais simplista Faller (2009) elaborou outro esquema gráfico quanto às relações das informações de materiais tangíveis e intangíveis para o design de produtos, conforme mostra a Figura 6. Tal esquema é semelhante à categorização de Ashby e Johnson (2011) quanto aos valores intangíveis dos materiais 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.

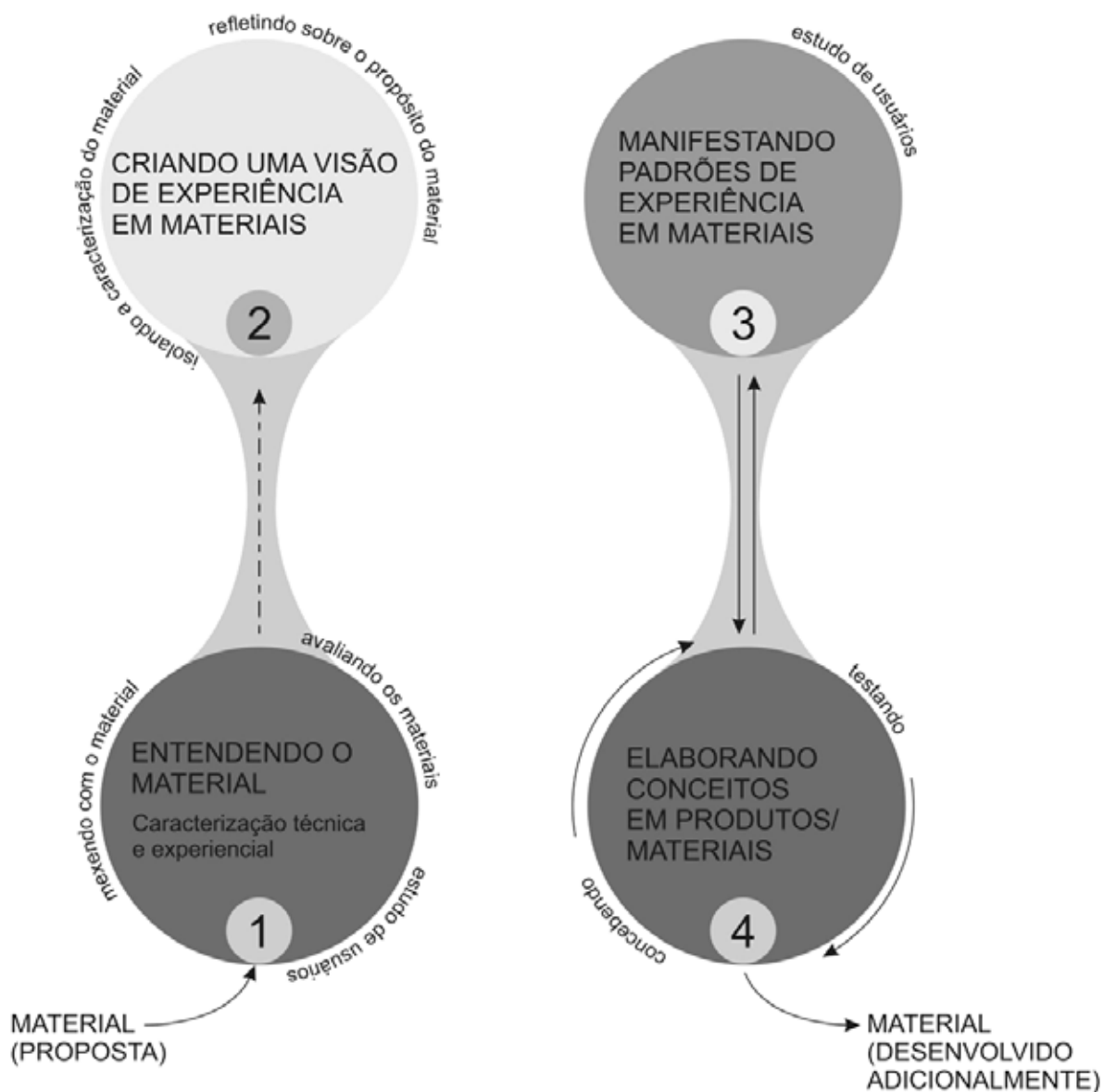
Figura 7 - Modelo *Meaning of Material (MoM)*.

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.

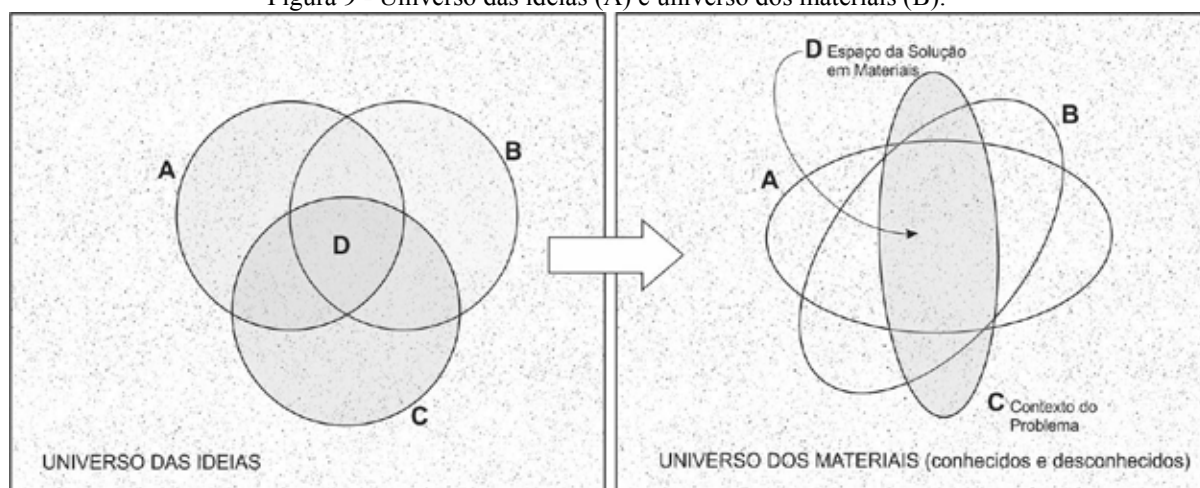
Conhecimento Material

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.

Graziela Moraes, Larissa Lima, Giselle Merino, Eugenio Merino *

Seleção de materiais para produtos de tecnologia assistiva: o caso de talheres adaptados para pacientes com distúrbios neurológicos



Graziela Guzi de Moraes

Univ. Federal de Santa Catarina
<graziela.guzi@posgrad.ufsc.br>

Larissa Lima

Univ. Federal de Santa Catarina
<larissa.lg@outlook.com>

Giselle Schmidt A. Díaz Merino

Univ. Federal de Santa Catarina
<gisellemerino@gmail.com>

Eugenio Andrés Díaz Merino

Univ. Federal de Santa Catarina
<eugenio.merino@ufsc.br>

Resumo Muitas pessoas convivem com limitações motoras, que impedem a plena realização de atividades cotidianas como a alimentação. O Design Universal e a Tecnologia Assistiva, visam uma interação segura entre o indivíduo e sua refeição, por meio de talheres adaptados. Os materiais dos talheres afetam a percepção dos alimentos, por interações químicas, físicas e mecânicas. Este artigo teve como objetivo, selecionar materiais para talheres adaptados, priorizando a autonomia de pessoas com deficiência. Os procedimentos metodológicos constituem a aplicação de critérios do GODP e Método Ashby. Ao final, foram selecionados, o aço baixa-liga para o talher e PA 12 para a pega.

Palavras chave Tecnologia assistiva; talheres; materiais.

Materials selection of Assistive Technology Products – Adapted Cutlery

Abstract Many people coexist with motor limitations, that prevent the full realization of daily activities such as feeding. The Universal Design and Assistive Technology, aimed at safe interaction between the individual and his meal, by means of adapted cutlery. Cutlery materials affect the perception of food by chemical, physical and mechanical interactions. This article aimed to select materials for adapted cutlery, prioritizing the autonomy of people with disabilities. The methodological procedures are the application of GODP criteria and Ashby Method. Ultimately, were selected, the low-alloy steel for the cutlery and PA 12 for the handle.

Keywords Assistive technology; cutlery; materials.

Introdução

No Brasil 46,5 milhões de pessoas possuem alguma limitação, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o número representa 23,9% da população do país. O Censo Demográfico (2010) mostrou deficiências visuais, motoras, auditivas e mentais. A mais mencionada foi a deficiência motora, com 4,4 milhões de declarações, representando 7% da população brasileira. A deficiência mental foi declarada por 2,6 milhões de pessoas, representando 1,46% da população. As pessoas incluídas em mais de um tipo de deficiência foram contadas apenas uma vez, assim o percentual de pessoas com deficiência motora pode ser maior já que, quadros de deficiência mental ou intelectual também podem levar a deficiência motora.

Um aspecto importante da experiência ou reabilitação do indivíduo com deficiência está relacionada a sua interação com o ambiente e seus produtos.

Uma das questões cotidianas mais importantes da atividade humana, está relacionada a alimentação e as práticas alimentares, sendo que a interação do indivíduo com a refeição é intermediada por talheres e pratos.

A partir de parâmetros ergonômicos, o uso tradicional dos talheres na refeição pode ser prejudicado para indivíduos que apresentam impedimento de movimentos, que podem levar a uma grande variedade de manejos do talher, com variações de precisão, força e velocidade, devido a mobilidade dos dedos, palma das mãos e auxílio dos pulsos. Em pacientes com problemas neurológicos, o manejo tende a ser do tipo grosseiro, onde, os dedos têm a função de prender, mantendo-se relativamente estáticos, enquanto os movimentos são realizados pelo punho e braços. A pega do talher tende a ser do tipo empunhadura, sendo executada com a mão fechada tendo o objeto completamente sobre controle (IIDA,2005).

A complexidade corporal e as diferentes formas de deficiência física e cognitiva precisam ser entendidas como parâmetros para o desenvolvimento de produtos focados nos usuários e suas necessidades, não apenas relacionadas a função, mas também as emoções e ao bem-estar (Connell et al, 1997).

Para Sanford (2012), surge o Design Universal como uma estratégia de reabilitação, com o uso equitativo de ambientes projetados, em que os produtos são adequados as diferentes capacidades corporais e sensoriais, pode ser uma base para libertar pessoas com deficiência do design incapacitante e, conseqüentemente, aumentando sua autonomia. Para Seinfeld and Danford, (1999), a facilidade de uso pode reduzir custos na recuperação de pacientes.

Estes conceitos permitiram avanços no desenvolvimento de recursos de Tecnologia Assistiva (TA), que justamente são equipamentos, dispositivos, metodologias, estratégias, práticas e serviços, com o objetivo promover a funcionalidade, visando à sua autonomia, independência e inclusão social (BRASIL, 2015).

Sob o ponto de vista dos parâmetros formais e funcionais dos talheres, como forma, tamanho e cor, estudos mostram que são fatores que afetam a percepção dos alimentos (FISZMAN, 2010). Mais recentemente, a partir de uma perspectiva cognitiva da neurociência foi demonstrada a influência que as mudanças na louça podem ter sobre o sabor do talher e dos alimentos. Harrar and Spence, 2013, observaram que efeito da cor estaria mais relacionado ao contraste de cor entre o alimento e o talher. Alto contraste piorou a percepção de sabor, densidade e preço. Cores pouco comuns em alimentos naturais, como o azul, são consideradas menos saborosas. O tamanho de colheres influenciou na percepção de intensidade de sabor. Quanto maiores, mais intenso o sabor próprio do alimento (HARRAR AND SPENCE, 2013).

A forma influencia, sendo que, em geral, as pessoas preferem formas arredondadas a formas mais angulares (Gómez-Puerto et al., 2015).

Do mesmo modo, a percepção do usuário sobre os produtos ou os alimentos pode sofrer intervenção das propriedades inerentes aos materiais e as intrínsecas interações químicas, físicas e mecânicas entre os materiais, o usuário e os alimentos.

No decorrer dos séculos, estas interações dos materiais utilizados na alimentação se confundem com a própria história dos talheres.

O termo "talheres" deriva do latim *cutelus*, ou seja, faca, pois a indústria de talheres, registrada no século 12, prioritariamente desenvolvia facas. Somente na Itália do século 14, garfos para alimentação apareceram pela primeira vez, como uma sofisticação em comer (ASHBY, 1999).

As colheres, pelo contrário, foram usadas como utensílios para comer desde o Paleolítico. Historicamente, os materiais usados em colheres foram madeira, osso e cerâmica, devido ao fato de que os únicos metais que eram acessíveis eram o ferro, o bronze e o estanho, que muitas vezes davam um sabor desagradável aos alimentos (MIODOWNIK, 2008).

O aço inoxidável foi introduzido como metal para talheres somente em 1914 (HIMSWORTH, 1953). Apresenta resistência a altas temperaturas, à ferrugem, à água e lavagem em máquinas de lavar, sendo uma de suas principais propriedades é a higiene no contato com o alimento.

Subsequente ao sucesso deste material houve uma redução da gama de materiais aplicados, sendo até a atualidade o mais utilizado em talheres. As alças e adaptações, por outro lado, são normalmente feitas de outros materiais, tais como: vidro, madeira e plástico.

As propriedades dos materiais permitem muitas possibilidades na criação de formas, texturas e cores, bem como na definição de critérios de resistência e eficiência.

Objetivo

Este trabalho teve como objetivo, selecionar materiais para talheres adaptados, que são produtos de Tecnologia Assistiva, com o intuito de proporcionar mais autonomia e inclusão social para pessoas com deficiência.

Metodologia

Esta pesquisa é caracterizada como de natureza aplicada, com uma abordagem quantitativa, objetivo exploratório e explicativo. O estudo foi desenvolvido em parceria com o Instituto de Psiquiatria de Santa Catarina (IPq-SC), com foco na ala de alimentação, na qual se verificou a necessidade de mais independência do paciente no momento da refeição, que exerce a atividade com dificuldades em função das suas limitações motoras.

A metodologia está dividida em três etapas. Na primeira etapa, foi realizada coleta de dados por meio de pesquisa bibliográfica (livros, artigos científicos, teses e dissertações) e nas bases do Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Na segunda etapa foram realizadas visitas ao IPq-SC, especificamente a ala de alimentação para observação de interação dos pacientes com os objetos e meio, utilizando técnicas e ferramentas de coleta de informações (entrevistas, registros e análise documental).

Dessa forma, define-se o projeto como um produto ou adaptação de auxílio a alimentação, proporcionando mais independência, conforto, segurança e inclusão ao paciente.

Na segunda etapa, o projeto foi desenvolvido, utilizando o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projeto (GODP) com o objetivo organizar e oferecer uma sequência de

ações que possibilitem que o design seja desenvolvido de forma consciente, levando-se em consideração o maior número de aspectos e respondendo de forma mais assertiva e consistente aos objetivos estabelecidos para a prática projetual (MERINO, 2016). O GODP é dividido em oito etapas, separadas em três momentos: Inspiração (-1/0/1), Ideação (2/3) e Implementação (4/5/6). O teste com a pega consistiu em aplicar porcelana fria, para a pega do paciente e assim modelar a posição ideal para o seu manejo.

A etapa de seleção de materiais, ocorrida na fase Ideação (2/3), consistiu na aplicação experimental da Metodologia Asbhy, para materiais tradicionais (ET1), fundamentado através do software CES EduPack, livros e artigos de periódicos.

Figura1: Mapa mental com as etapas realizadas do Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos.



A metodologia Asbhy foi aplicada a partir da especificação da função, objetivo e atributos de materiais restringidos pelo projeto, e de seus valores de restrição, foi possível obter a combinação otimizada de propriedades de materiais (GRANTA DESIGN, 2017).

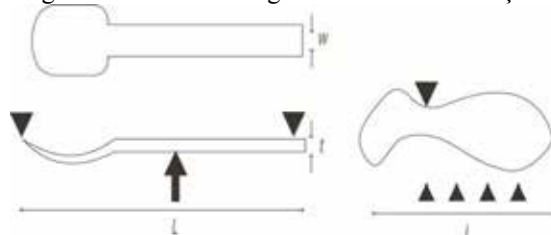
Os requisitos para escolha do material para o talher diferem dos requisitos do material utilizado como suporte. A parte relativa ao eixo de sustentação do talher, tendo na extremidade lâmina de faca, dentes de garfo ou côncavo da colher, representa 70 a 90% do conjunto. O material mais adequado para a fabricação do talher deve ser rígido, denso, ou seja, de baixa porosidade, inerte e insípido. Assim não deve transferir sabor para a refeição, atuando como potenciador ou inibidor dos sabores naturais de um alimento. O adaptador ou suporte funciona como uma adaptação, anexa ao eixo de sustentação que representa 10 a 30% do conjunto e pode ser elaborado a partir de materiais leves e de preferência flexíveis para facilitar a adaptação.

A rigidez dos talheres deve ser suficiente para cortar e fisgar o alimento sem flexão excessiva, sendo assim um dos critérios mais importantes de desenvolvimento do talher deve ser a espessura escolhida. (A forma dos talheres e, portanto, o comprimento, a largura e o perfil) pode ser fixa. O utensílio pode ser considerado como uma viga de comprimento fixo L e largura fixa w , mas com espessura t livre e carregada sob flexão, como na Figura 2.

A Tabela 1 mostra os parâmetros utilizados. O limite à flexão impõe uma restrição à rigidez, suporte de cargas e leveza. Há duas restrições alternativas, primeiro, que o garfo não deve flexionar muito, em segundo lugar, que não deve falhar.

Através do software CES EduPack, foram plotados gráficos propriedades diversas dos materiais, por exemplo, com o índice de rigidez (Módulo de Young) em um eixo e o densidade no outro.

Figura 2: Pontos de carga em talheres e adaptação.



Fonte: Adaptado de Asbhy, 2005.

Tabela 1: Parâmetros de seleção por propriedades

Função	Restrições	Maximizar
Talher rígido, leve e funcional	Rigidez, comprimento, forma especificados; área de secao livre	$E^{1/2}/\rho$
Adaptador rígido ou flexível, leve e funcional	Carga, comprimento, forma especificados; area de secao livre	$\sigma^{2/3}/\rho$

Fonte: Asbhy (2005)

Resultados

Os resultados da etapa, Inspiração (-1/0/1), foram registradas em blocos de informação, os quais se segmentam em bloco do usuário, contexto e produto.

A coleta de dados sobre o produto foi focada na relação do paciente com o talher e de ambos com as interferências do meio. Foi registrado que o usuário apresenta dificuldades motoras e deficiência mental, complicações com a pega, problemas para reunir o alimento na colher e dificuldades de manter o prato firme na mesa.

O contexto da ala de alimentação apresenta toalhas muito lisas e mesas unidas onde os pacientes aguardam para serem servidos.

Através das informações coletadas, foi observada a necessidade de um objeto complementar, ou seja, um talher adaptado, que proporcione a pega por empunhadura, para o auxílio do paciente durante a refeição.

A etapa seguinte, Ideação (2), consistiu na compilação de dados para geração de conceitos e requisitos de projeto, conforme Tabela 2. Primeiramente, foram definidos os conceitos que devem compor o produto, assim com base nos conceitos foram extraídos os requisitos, bem como o objetivo de cada requisito.

Na etapa de Ideação (3), foram realizadas as gerações de alternativas, com base nas informações já levantadas sobre o projeto. A Figura 3 (1-3) mostra as formas orgânicas do cabo, com uma curvatura especial e maior espessura da pega, para facilitar o movimento dos pacientes com mobilidade reduzida e reduzir a tensão nos punhos. Cada alternativa selecionada foi gerada com base na forma como o paciente segura o talher, fazendo uso das diversas disposições de curvas e formas que podem garantir ao paciente mais segurança e conforto na hora da alimentação. Além de auxiliarem o processo de alimentação pelo

paciente, as formas orgânicas são de percepção cognitiva agradável. O material selecionado deve evitar a aderência para evitar quedas, deve ter alta ao impacto ou tenacidade a fratura.

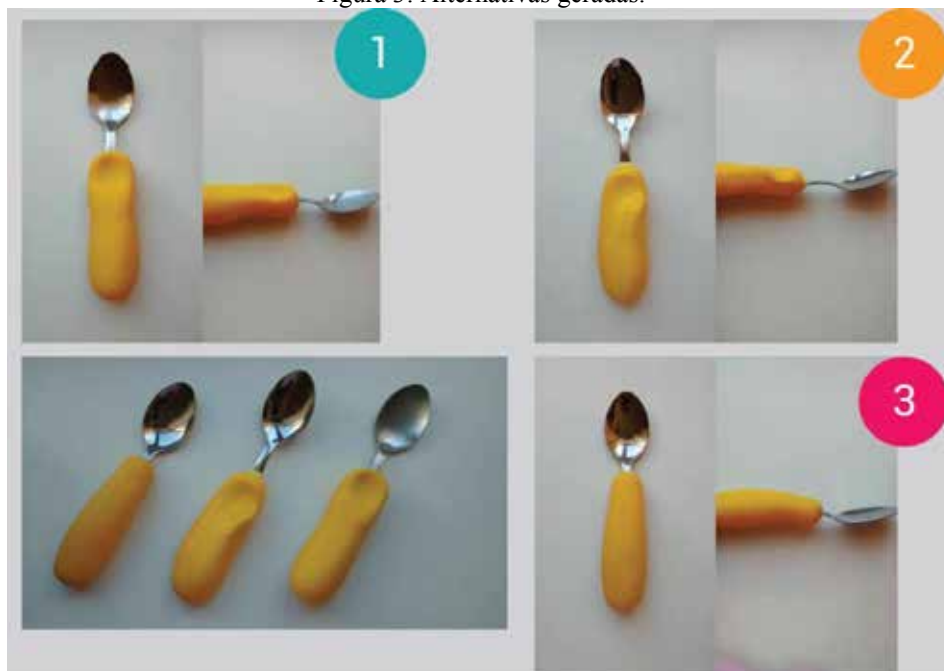
Tabela 2: Conceitos e requisitos de projeto

obg/desej	Conceitos	Requisito	Objetivo
●	Conforto	-Dimensões adequadas	Seguir as dimensões e normas de talheres convencionais.
●	Conforto/ Funcionalidade	-Pega orgânica	Para gerar mais conforto, e fácil limpeza.
●	Segurança	-Mais peso para melhor estabilidade	Proporcionar mais precisão no manuseio com o talher ao paciente que sofre com tremores.
●	Higiene/Segurança	-Material de fácil limpeza	-Sem porosidades -Sem interferência no sabor do alimento -Que não cause lesões na gengiva e dentes -Aderente -Resistência química e a temperatura
●	Intuitivo	-Acessível, de fácil compreensão	-Formas simples/limpas -Fácil montagem
●	Atrativo	-Formas bem resolvidas, de simples entendimento	Cores, formas e texturas atraentes que gerem aceitação e agreguem mais valor as funções.

● DESEJÁVEL

● OBRIGATÓRIO

Figura 3: Alternativas geradas.



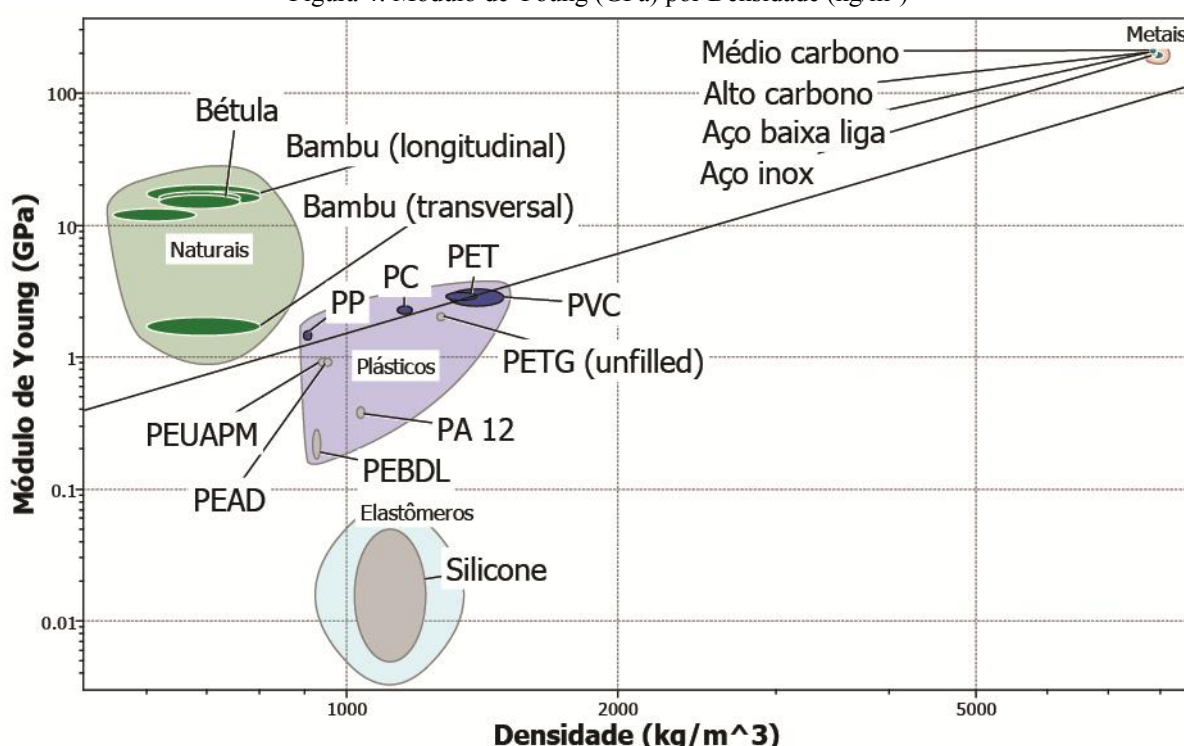
Na etapa de Ideação (3), foi realizada a seleção de materiais, visando os conceitos e requisitos gerados na Etapa 2. Os critérios químicos, físicos e mecânicos foram observados. A flexão de um utensílio de cutelaria é uma inconveniência, pois a falha seja por deformação plástica ou por fratura, causa a perda de função do mesmo. Assim o grau de rigidez do material pode ser observado pelo módulo de elasticidade ou Módulo de Young, característico de cada material.

Quanto maior o módulo de Young ou módulo de elasticidade, mais rígido o material e maiores cargas são necessárias para deformá-lo. Quanto menor o valor, mais flexível é o material e, portanto, apresenta maior deformação elástica.

A Figura 4 mostra o Módulo de elasticidade ou Módulo de Young (Gpa) em função dos valores de Densidade (Kg/m^3).

A Densidade é definida como o peso por unidade de volume. Pode ser chamada de massa específica ou peso específico, a densidade é apresentada nas seguintes unidades: g/cm^3 ou kg/m^3 . Apresenta papel importante na percepção, bem como no atendimento de requisitos de limpeza e higiene.

Figura 4: Módulo de Young (GPa) por Densidade (kg/m^3)



Fonte: CES EduPack – Granta Design (2017).

Estudos mostraram que o peso do talher alterou classificações de intensidade e gosto. Os atributos mais afetados pelo peso como a densidade percebida e o preço, estão relacionados na sociedade com a percepção de quanto mais denso de maior qualidade (SPENCE & GALLACE, 2011) (PIQUERAS-FISZMAN, 2012b).

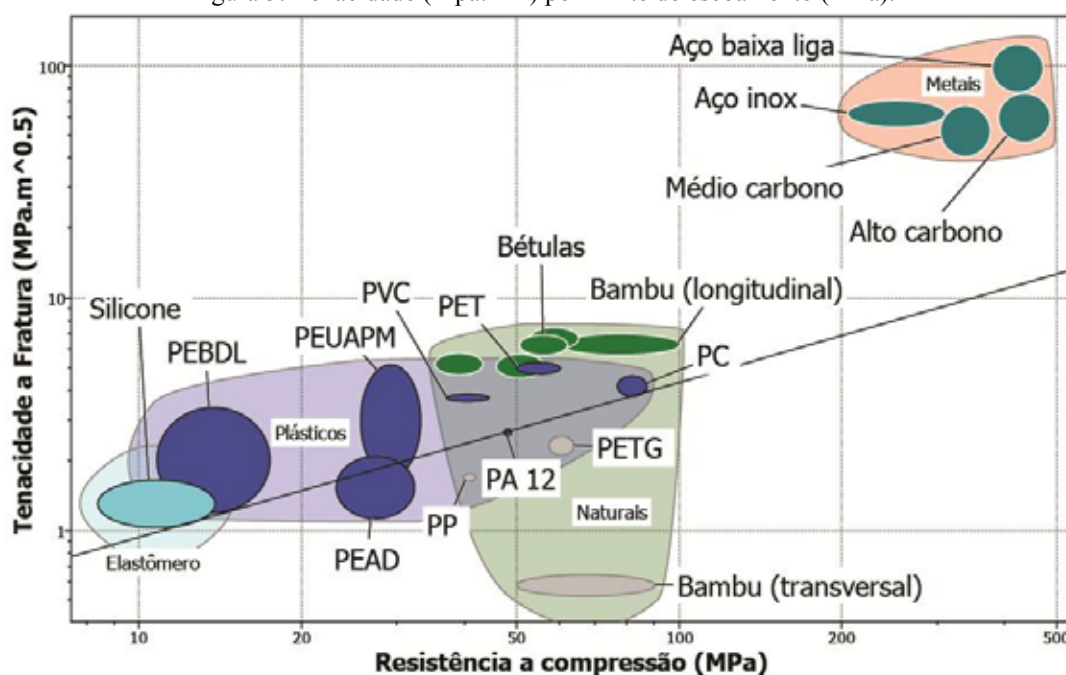
Tecnicamente, a alta densidade é uma qualidade desejável para talheres, pois quanto mais denso, menos poroso é o material. Agentes patogênicos e umidade proliferam mais facilmente em meios porosos.

No âmbito das propriedades mecânicas, a alta capacidade do material de sofrer deformação é um aspecto crítico para o material, pois permite a dissipação de tensões locais elevadas que de outro modo provocariam fratura no mesmo.

Na condição de sollicitação mecânica, um material sofre primeiramente deformação elástica (ou seja, recuperável), para em seguida deformar plasticamente (deformação permanente) quando sua tensão de escoamento é excedida. A fratura ocorre quando a capacidade de se deformar plasticamente sob carga é esgotada.

A tenacidade à fratura de um material pode ser definida como o valor crítico de intensidade de energia necessária para causar uma fratura, isto é, a resistência de um material à fratura (Richie, 2011). A Figura 5 mostra a Tenacidade dos materiais em função da Resistência a compressão. A reta de transição mostra os materiais que apresentam as propriedades maximizadas. Em primeiro, os metais com alta tenacidade e, portanto, alta resistência ao impacto, e alta resistência a compressão. Em seguida, os materiais naturais, plásticos e elastômeros. No eixo x, a resistência dos materiais a cargas compressivas, durante o uso. Os materiais do talher que atendem além do critério rigidez, os critérios de tenacidade a fratura e carga, foram o Aço baixa liga, Aço inox e Aço carbono.

Figura 5: Tenacidade ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$) por limite de escoamento (MPa).



Fonte: CES EduPack – Granta Design (2017).

A Figura 5 mostrou os materiais para a adaptação que atendem aos critérios nesta ordem foram Bétulas, Bambu (longitudinal), PET, Silicone, PVC, PC, PA 12, PETG e por fim o PP. A análise dos metais como os aços-carbono e aços-liga seguem as mesmas classificações, são divididos em Grau, Tipo e Classe. Entre os sistemas de designação mais importantes destacando-se o ABNT, AISI e SAE.

Os aços carbono são muito utilizados na cutelaria, pois além de muito resistentes e podem ser muito bem afiados. Com técnicas como têmpera seletiva, podem receber um tratamento térmico diferenciado no fio em relação ao dorso da faca. De modo que a mesma lâmina tenha um fio extremamente duro e um dorso mais mole, garantindo um corte preciso e diminuindo a possibilidade do quebraamento do material. Os aços carbono são classificados tendo nos números subsequentes a porcentagem de carbono na liga. A porcentagem de carbono para alto carbono fica entre 0,6 a 2,15%, exemplo o aço 1095 0,95% de carbono; e médio carbono 0,2 a 0,5%, por exemplo, o aço 5150 com 0,50% de carbono.

Os aços-liga contêm quantidades específicas de elementos diferentes daqueles normalmente utilizados nos aços comuns, com o objetivo de promover mudanças nas propriedades físicas e mecânicas do produto. Podem conter Alumínio, Boro, Cromo (até 3,99%), Cobalto, Nióbio,

Molibdênio, Níquel, Titânio, Tungstênio, Vanádio, Zircônio. Nos aços de baixa liga, a soma dos teores dos elementos de liga não ultrapassa 5%; de média liga, entre 5% e 12%; de alta liga: acima de 12% (CHIAVERINI, 1988). Apresentam alta resistência mecânica e alta resistência à corrosão atmosférica (conhecidos como aços patináveis) podem desenvolver, sob condições favoráveis, uma película de óxidos durável e aderente chamada de pátina.

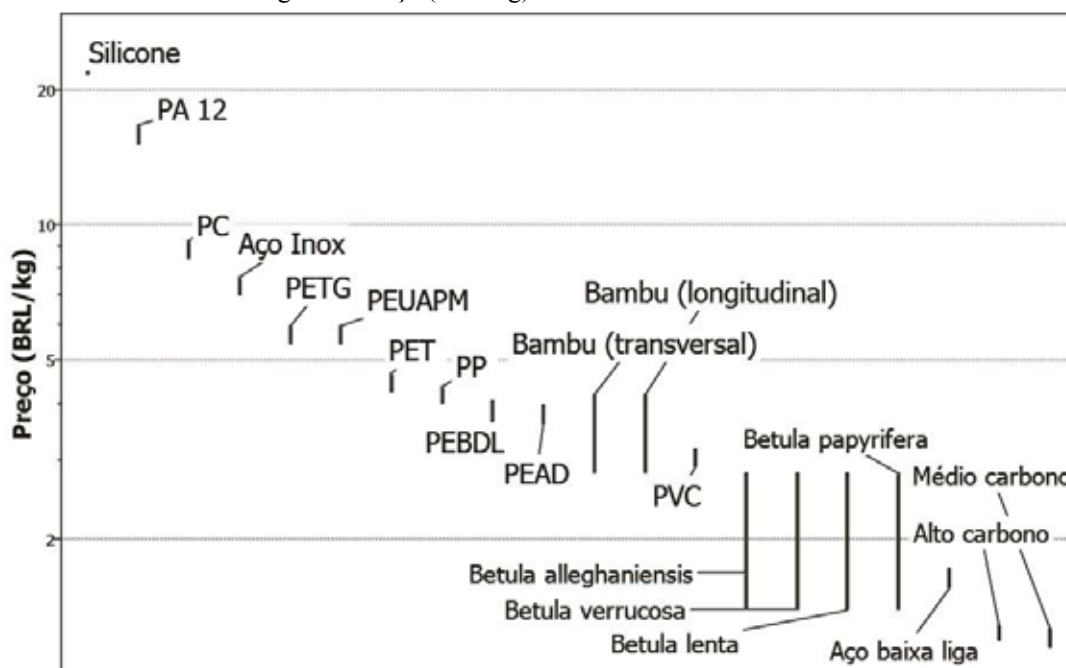
Os aços inoxidáveis são aqueles que contêm um mínimo de 10,5% de cromo como principal elemento de liga. São os mais utilizados em cutelaria, por serem aços onde não ocorre oxidação em ambientes normais. São capazes de suportar as condições hostis do ambiente ou a negligência do usuário em relação à manutenção, sendo especialmente indicado para a produção de facas. Os aços inoxidáveis mais comuns na cutelaria são os da série 420 e 440, presentes nas facas mais simples, os aços AUS-8 e VG-10 (KUTZ, M., 2005).

Excelentes propriedades mecânicas não são suficientes para a seleção de materiais para talheres. Neste caso, deve-se sobrepor a percepção dos alimentos, pois os materiais podem afetar o sabor, como resultado de interações químicas entre o próprio alimento e o material dos mesmos PIQUERAS-FISZMAN ET AL, 2012.

Do ponto de vista das propriedades químicas, Laughlin et al, (2011), relatou que o potencial padrão de eletrodo mais negativo de alguns metais, indicava gosto mais acentuado, amargo e metálico. O metal com potencial padrão de eletrodo mais positivo, por outro lado, foi considerado menos metálico, menos amargo e menos forte na degustação de talheres. Os potenciais-padrão de eletrodo dos metais mais negativos podem indicar gosto mais acentuado respectivamente para o Aço Carbono, Aço Inox e Aço baixa liga (Campbell, 2008).

O custo de produção do material é um dos principais parâmetros de escolha. A Figura 6 mostra os preços/kg de material.

Figura 6: Preço (BRL/kg) dos materiais selecionados.



Fonte: CES EduPack – Granta Design (2017).

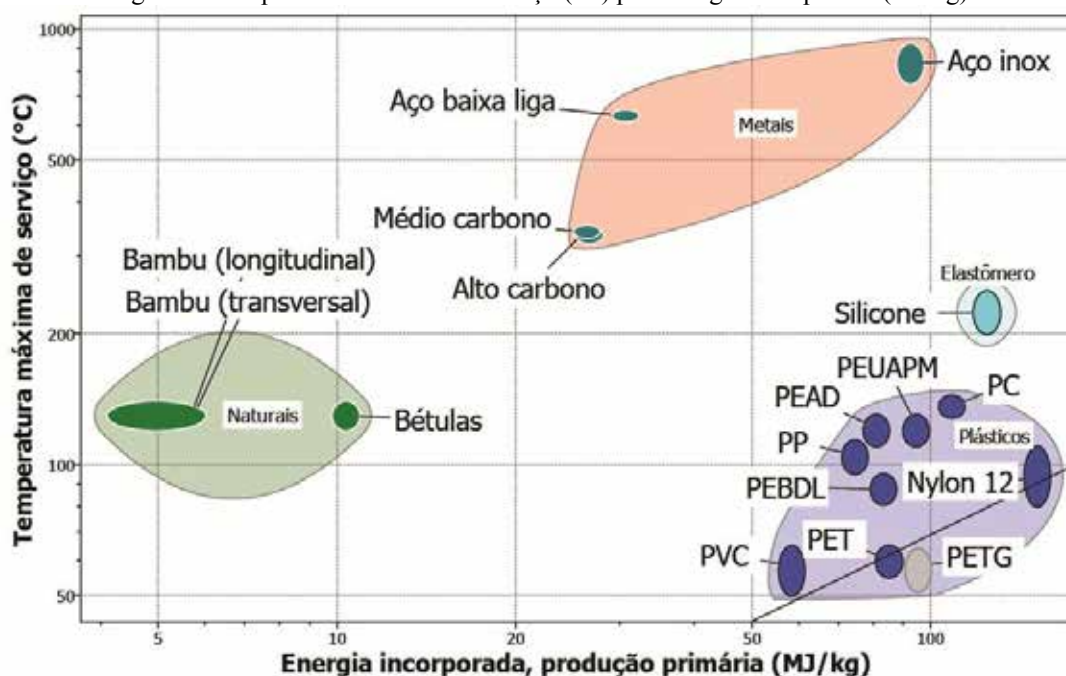
O Aço baixa liga, apresentou preço acessível para aplicação em talheres. Para a adaptação, os materiais naturais, as Bétulas apresentaram menor custo, entre os plásticos, PVC, PP e PET.

Para a adaptação, os materiais que atendem aos critérios nesta ordem foram Bétulas, Bambu, PET, Silicone, PVC, PC, PA 12, PETG e PP.

O critério tecnológico, denominado energia incorporada ou embutida, engloba a soma de toda a energia necessária para produzir quaisquer bens ou serviços, durante todo o ciclo de vida de um produto. O ciclo de vida se estende a energia de extração de matérias-primas, transporte, fabrico, montagem, instalação, desmontagem, desconstrução e / ou decomposição, bem como recursos humanos e secundários.

A Figura 7 mostra a relação da energia incorporada e máxima temperatura de serviço. Pode-se observar que os polímeros e elastômeros atingem maior energia incorporada no seu ciclo de vida, em comparação aos metais e naturais. Isto ocorre porque os plásticos são provenientes do petróleo e produzem altas quantidades de resíduos. Assim, são grandes responsáveis pela emissão de toxinas e CO₂ na atmosfera.

Figura 7: Temperatura máxima de serviço (°C) por Energia incorporada (MJ/kg).



Fonte: CES EduPack – Granta Design (2017).

Os aços podem ser reciclados, mas impactam muito devido à sua fabricação inicial, não sendo seu uso extensivo ecológico.

Os materiais naturais, são fontes renováveis, tem a capacidade de reduzir a quantidade de CO₂ na atmosfera até a sua queima ou decomposição. Porém, podem aumentar a energia incorporada devido ao transporte e modo de produção da madeira, por exemplo, se há replantio, se tem pouca variedade de espécie. Devido a estas características o bambu apresentou a menor energia incorporada.

A fabricação de talheres exige mais de 30 etapas de fabricação e acabamento, entre elas a laminação, corte de contorno, galvanização e polimento. A Tabela 3 mostra as características dos materiais selecionados sob o ponto de vista dos processos de fabricação e acabamentos. Os processos de fabricação mecânica de peças que podem ser divididos em quatro grandes grupos: conformação, usinagem, junção e moldagem. Os processos de fabricação podem

determinar o acabamento superficial e desempenho. Os tratamentos superficiais em geral visam a proteção ou decoração da superfície.

O material selecionado para o talher foi o Aço baixa liga devido as suas excelentes propriedades mecânicas, químicas, custo, bem como possibilidades de processamento. As características correspondentes aos requisitos da adaptação foram encontradas em materiais naturais e rígidos como o Bambu, plásticos rígidos, como o PET, porém mais adequadas em plásticos flexíveis, como o PA 12 e elastômeros como o Silicone.

Tabela 3. Principais processos e acabamento dos materiais selecionados para o talher e adaptação.

ETAPAS		TALHER		ADAPTAÇÃO				
		METAL	NATURAL	PLÁSTICO	ELÁSTICO			
		rígido	rígido	rígido	flexível	flexível		
		Aço baixa liga	Bambu (placas ou fibras)	PET	PA 12	Silicone		
PROCESSO	Moldagem	Fundição	x					
		Injeção	x	x	x	x	x	
		Forjamento	x					
		Extrusão	x	x	x	x	x	
		Calandragem	x	x	x	x	x	
		Termoformagem			x			
	Conformação	Rotomoldagem			x	x	x	
		Fiação	x	x	x	x	x	
		Compressão	x	x	x	x	x	
		Prototipagem rápida	x	x	x	x	x	
		Laminação	x	x	x	x	x	
		Corte	x	x	x	x	x	
	Usinagem	Torneamento	x	x	x			
	ACABAMENTO	Junção	Soldagem	x		x	x	x
			Polimento	x	x	x	x	x
Galvanização			x					
Pintura		x	x	x	x	x		
Esmalte		x	x	x	x	x		
verniz		x	x	x	x	x		
Usinagem		x	x	x	x	x		
Estampagem		x	x	x	x	x		
Impressão		x	x	x	x	x		
Colagem		x	x	x	x	x		

Fonte: (LIMA, 2006; KULA E TERNAUX ,2012)

O PA 12 permite o processamento por prototipagem rápida, onde peças são produzidas em tempo reduzido, alta precisão e ampla gama de cores. As cores vibrantes que remetem a alimento e calor, como amarelo, laranja e vermelho, devem ser utilizadas.

O material adequado para o talher foi o aço baixa liga, o qual apresentou alta resistência à flexão e tenacidade a fratura, baixa interação química com o alimento, menor custo e energia incorporada que o aço inox. O material selecionado para a adaptação, o PA 12, apresenta alta tenacidade a fratura, tem flexibilidade reduzida e custos reduzidos em relação ao Silicone. O PA 12 apresenta ainda a possibilidade de processamento por prototipagem rápida, assegurando a personalização dos talheres adaptados, promovendo uma interação eficiente, autônoma e segura entre o indivíduo com limitação e o produto de Tecnologia Assistiva.

Considerações finais

O ambiente e os produtos ligados ao momento da refeição constituem manifestações culturais e sociais, de aspecto ao mesmo tempo utilitário e simbólico. A percepção sobre o que comemos, é influenciada pelo ambiente, talheres e a maneira como nos alimentamos. A rotina alimentar de pessoas com distúrbios neurológicos apresenta variações de mobilidade e manejo de talheres. O Design Universal e a Tecnologia Assistiva, visam o uso equitativo de ambientes projetados, em que os produtos são adequados as diferentes capacidades corporais e sensoriais, de modo que as limitações das pessoas com deficiência em sua rotina alimentar, sejam observadas no desenvolvimento de produtos como pratos e talheres adaptados. Os aspectos subjetivos de percepção que devem ser observados são a textura, peso, aparência e gosto, e ainda, no que se refere ao uso prático, são considerados os parâmetros de segurança e resistência entre outros. Os materiais exercem profunda influência sobre os aspectos subjetivos ou práticos, devido as intrínsecas interações químicas, físicas e mecânicas relacionadas as suas propriedades. Os materiais têm propriedades como módulo de elasticidade e resistência caraterísticos, que diferem de acordo com a conformação realizada na fase de processamento. As formas e etapas de processamentos finais do produto dependem das forças que os materiais podem suportar. O projeto mecânico de um talher prevê solicitação de cargas de flexão, já a pega adaptada, recebe cargas compressivas da empunhadura executada por indivíduos com distúrbios neurológicos. Os materiais metálicos como os aços na forma de vigas suportam compressão e flexão eficientemente. Os plásticos pertencem a família dos polímeros, têm substituído os metais em muitas aplicações devido as ótimas propriedades térmicas, boa resistência mecânica, baixo custo e leveza. Os polímeros naturais, como a madeira por exemplo, podem apresentar alta resistência mecânica e são obtidos por fonte renovável com baixo impacto. A seleção de materiais adequada deve ser guiada por parâmetros projetuais de Design, levando em consideração a otimização das propriedades, conceitos, requisitos e produto final. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo, selecionar materiais para talheres adaptados, que são produtos de Tecnologia Assistiva, com o intuito de proporcionar mais autonomia e inclusão social para pessoas com deficiência. Com o estudo de caso apresentado pôde-se perceber na prática a seleção de materiais para aplicação em talheres adaptados, pautada por conceitos e critérios definidos no Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projeto (GODP) e otimização de propriedades pelo Método Asbhy. Notadamente os aços baixa liga apresentam propriedades como alta resistência à flexão, e alta resistência a impactos, baixa interação química com o alimento, menor custo e energia incorporada, sendo considerados adequados para o talher. As formas orgânicas foram selecionadas com base na forma como o paciente segura o talher, fazendo uso das diversas disposições de curvas que podem garantir ao paciente mais segurança e conforto na hora da alimentação, e as cores vibrantes potencializam a percepção. O material selecionado para a adaptação, o PA 12, apresenta alta tenacidade a fratura, tem flexibilidade e custos reduzidos em relação ao Silicone. A digitalização da pega, realizada pelo paciente pode ser realizada por scanner 3d, e o processamento do PA 12 por prototipagem rápida. O processo assegura a personalização dos talheres adaptados, promovendo uma interação eficiente, autônoma e segura entre o indivíduo com limitação e o produto de Tecnologia Assistiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA), ao IPq-SC e ao Núcleo de Gestão em Design e Laboratório de Design e Usabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina NGDLDU/UFSC que viabilizaram esta pesquisa.

Referências

ASHBY, M.F. **Materials Selection in Mechanical Design**, 3rd ed. Oxford, UK: Butterworth Heinemann, 2005.

BRASIL. **Lei nº 13.146 de 06 de julho de 2015**. In: Planalto, 2015. (<http://www.planalto.gov.br>)

CAMPBELL, F.C. **Elements of Metallurgy and Engineering Alloys**, Ohio: ASM International, 2008.

Censo Demográfico: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. In: IBGE, 2010. (<ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos>).

CES EduPack, Granta Design Ltd., Cambridge, UK, In: Granta Design, 2017. (www.grantadesign.com).

CHIAVERINI, V. **Aços e Ferros Fundidos**. 7 ed. São Paulo: Publicação da Associação Brasileira de Metais, 1988.

CONNELL B. R., JONES M., MACE R., MUELLER J., MULLICK A., OSTROFF E., SANFORD J., STEINFELD E., STORY M., VANDERHEIDEN G. **Principles of Universal Design**. Raleigh: North Carolina State University, Center for Universal Design. In: NCSU, 1997. (http://www.design.ncsu.edu/cud/about_ud/udprinciples.htm)

FISZMAN, S. **Comer: una experiencia sensorial compleja**. In: SEEBM, 2010. (<http://sebbm.com/pdf/166/d03166.pdf>).

GÓMEZ-PUERTO, G.; MUNAR, E.; NADAL, M. **Preference for curvature: A historical and conceptual framework**. *Frontiers in human neuroscience*, v. 9, 2015.

HALL, S. **Biomecânica Básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

HARRAR, V. and SPENCE, C. **The taste of cutlery: how the taste of food is affected by the weight, size, shape, and colour of the cutlery used to eat it**. *Flavour*, v. 2, n. 1, p. 21, 2013.

HIMSWORTH, J. B. **The story of cutlery: From flint to stainless steel**. London: Ernest Benn, 1953.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

KULA, D. E TERNAUX, E. **Materiologia O guia criativo de materiais e tecnologias**. São Paulo: Senac, 2012.

KUTZ, M. **Mechanical engineers handbook: materials and mechanical design**. 3 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.

LAUGHLIN, Z., CONREEN, M., WITCHEL, H.J. and MIODOWNNIK, M. **The use of standard electrode potentials to predict the taste of solid metals**. Food Quality and Preference, v. 22, n. 7, p. 628-637, 2011.

LIMA, M.A.M. **Introdução aos materiais e processos para designers**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2006.

MERINO, G.S.A.D. **Guia de orientação para desenvolvimento de projetos - GODP. Uma metodologia de design centrado no usuário**. In: NGD, 2016. (<http://www.ngd.ufsc.br/files/2016/07/e-book-godp.pdf>).

MIODOWNNIK, M. **The taste of a spoon**. Materials Today, v. 11, n. 6, p. 6, 2008.

PIQUERAS-FISZMAN, B., LAUGHLIN, Z., MIODOWNNIK, M., SPENCE, C. **Tasting spoons: Assessing how the material of a spoon affects the taste of the food**. Food Quality and Preference, v. 24, n. 1, p. 24-29, 2012.

PIQUERAS FISZMAN, B., HARRAR, V., ALCAIDE MARZAL, J., SPENCE, C. **Does the weight of the dish influence our perception of food?**. Food Quality and Preference. V.22, n.8, p.753-756, 2011.

RITCHIE, R.O. **The conflicts between strength and toughness**. Nature materials, v. 10, n. 11, p. 817-822, 2011.

SANFORD, J. A. **Design for the Ages: Universal design as a rehabilitation strategy**. 1st. New York: Springer Publishing Company; 2012.

SEINFELD, E. and DANFORD, G. **Enabling environments: Measuring the impact of environment on disability and rehabilitation**. New York: Kluwer/Plenum, 1999.

SPENCE, C. and PIQUERAS-FISZMAN, B. **The perfect meal: the multisensory science of food and dining**. Oxford, UK: Wiley-Blackwell; 2014

SPENCE, C.; GALLACE, A. **Multisensory design: reaching out to touch the consumer**. Psychology and Marketing, v.28, n.3, p.267-308, 2011.

Claudia Kayat, Claudio Magalhães *

Experimentos biomiméticos e novas tecnologias digitais para o design de embalagem



Claudia Kayat

Mestre em Design; Departamento de Artes & Design - PUC-Rio
<claudiakayat@puc-rio.br>

Claudio Magalhães

Doutor em Design; Departamento de Artes & Design - PUC-Rio
<claudio-design@puc-rio.br>

Resumo A presente pesquisa possui característica exploratória, voltada a investigar se novas tecnologias digitais (microtomografia, impressão 3D) potencializam abordagens de pensar e projetar embalagem por meio de analogias entre biologia e design (biomimética). A pesquisa baseou-se em dois experimentos, nos quais foi aplicado o pensamento biomimético baseado na abordagem “biologia para projetar” (Biomimicry 3.8, 2007): Experimento A, sem uso de novas tecnologias, e Experimento B, com uso de novas tecnologias digitais. Ao final, graças ao processo de design exploratório e experimental - amparado pelo uso de novas tecnologias digitais - chegou-se a um conceito inovador para o design de embalagem.

Palavras chave Biomimética; Novas tecnologias (microtomografia, impressão 3D); Embalagem.

Biomimetic experiments and the new digital technologies for packaging design

Abstract *This research has an exploratory characteristic, aimed to investigate whether the new digital technologies (specially microtomography and 3D printing) potentializes the approaches of thinking and designing packaging through analogies between biology and design (Biomimicry). This research was held in two experiments who applied the biomimetic based thinking approach “Biology to Design” (Biomimicry 3.8, 2007). Experiment A, without the use of new technologies and Experiment B, with the use of new digital technologies. In the end, thanks to the exploratory and experimental process, supported by the use of new digital technologies enhancing Biomimetics, an innovative concept for packaging design was achieved.*

Keywords *Biomimetics; New Technologies (microtomography,3D printing); Packaging.*

Analogias entre biologia e design de embalagem, e as novas tecnologias digitais

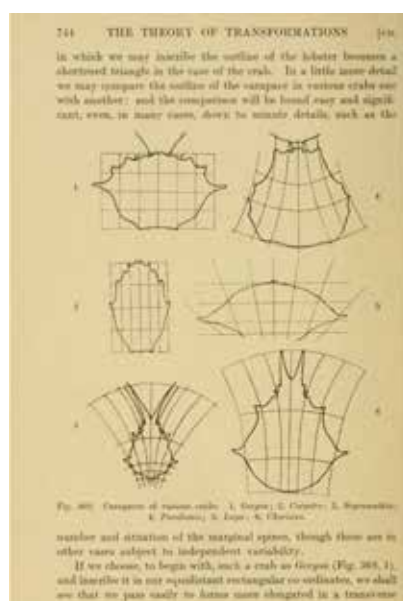
Embalagens são inevitáveis na vida moderna. Elas preservam e protegem, permitindo às pessoas fazerem uso de produtos que foram produzidas longe ou há algum tempo.

A Organização Mundial da Embalagem (WPO) ¹ afirma que a embalagem é uma ferramenta que viabiliza a sociedade atual e que deve estar aliada à preservação da vida, da saúde e dos recursos naturais e que seu avanço tecnológico é guiado pela busca de “melhor qualidade de vida por meio de melhores embalagens para mais pessoas” (WPO, 2011). Ainda, segundo posicionamento da WPO no *paper* “*Packaging - An important tool for a sustainable society*” (2011), nos últimos vinte anos as indústrias de embalagens vêm lidando com problemas cada vez mais complexos, que impõem soluções de embalagens mais eficientes ambientalmente, ou seja, que reduzam o uso de matéria-prima e energia, que sejam recicláveis e reutilizadas.

A busca por inspiração na natureza para solucionar problemas complexos estimulou áreas de conhecimento transdisciplinares que exploram o uso de analogias biológicas na atividade de projetar. Designers, arquitetos e engenheiros, vêm se interessando por essa abordagem, há muito tempo. Nos últimos cem anos, especialmente depois da segunda guerra mundial, os cientistas começaram a pesquisar nas ciências biológicas respostas para problemas humanos e obtiveram excelentes resultados.

O biólogo e matemático escocês Darcy Thompson, em seu livro *On Growth and Form*, 1917, explorou diversas geometrias de organismos naturais (Figura 1) e sua dinâmica de crescimento e processos físicos. Seus estudos influenciaram arquitetos, entre eles, Calatrava, Frei Otto, Renzo Piano, a terem como objetivo projetual o uso de princípios construtivos dos organismos presentes na natureza.

Figura 1 – Imagem de geometrias de organismos naturais



Fonte: *On Growth and Form*, 1917.

¹ www.worldpackaging.org

No âmbito das embalagens, Benyus mapeou, em seu artigo *Packaging Tips from the Porcupine Fish* (2002), várias estratégias de organismos vivos quanto à proteção: impacto, arranhões e quedas, etc... Podemos citar uma dessas estratégias: folhas e sementes estão organizadas em uma sequência espiral (conhecida por sequência de Fibonacci) que permite um “embalamento” uniforme em qualquer fase de seu crescimento, ou seja, sem encher demais no centro e nem espalhar muito nas pontas (Benyus, 2002).

É comum ouvirmos relatos acerca de como a natureza “embala” bem, e o quão bom seria se projetássemos embalagens tão perfeitas como as que encontramos no mundo natural: que protegem, facilitam o transporte e são naturalmente biodegradáveis.

Por meio de analogias com a natureza podemos transferir informação e significado de um sujeito particular (natureza) para outro sujeito particular (por ex.: embalagem).

Ilustramos, com a imagem abaixo (Figura 2), o uso de analogia no design de embalagem, ou seja, como a natureza comunica que a banana está estragada por meio de manchas e a transferência dessa “solução” para o rótulo de remédios, comunicando que o mesmo está fora da validade.

Figura 2 – Design gráfico de embalagem para remédios, usando analogia com a natureza.



Fonte: <<http://www.pinterest.com/pin/282178732877521603/>>. Acessado em: 20 nov. 2014

O processo cognitivo envolvido na formação de analogias é importante para melhorar o processo de design biomimético. Os psicólogos americanos Gentner e Markman (1997) fizeram diversas pesquisas para entender o processo cognitivo que as pessoas usam para criar e entender analogias e metáforas. Descobriram que é um processo baseado principalmente em observação, associações, comparações, correspondências, semelhanças, similitudes, memória e combinação de conceitos que em princípio não estavam relacionados, gerando assim, soluções, ideias originais e inovações. Em sua pesquisa *Structure Mapping in Analogy and Similarity*, os pesquisadores explicam que o processo começa quando uma pessoa aprende um

novo conhecimento e codifica a *Fonte* de inspiração para um problema futuro. Em algum momento do futuro, a pessoa se depara com um novo problema e deve recuperar (lembrar-se), de uma *Fonte* adequada de ideia para resolver o novo problema. Esse é o passo mais difícil cognitivamente do processo: recuperar uma analogia útil. Uma vez que uma *Fonte* é lembrada, um mapeamento é criado entre a *Fonte* e a nova situação *Alvo*. Ao desenvolvermos esses mapeamentos, criamos novas ideias. (Gentner e Markman, 1997).

Analogias, portanto, tem papel significativo e estratégico na resolução de problemas, tomada de decisão, percepção, memória, comunicação, criatividade e inovação, e conhecer as estratégias da natureza, - fotossíntese, automontagem, seleção natural, ecossistemas auto-sustentáveis, olhos, ouvidos, peles, conchas, neurônios, terapias naturais e outras coisas mais, abre uma ampla gama de possibilidades inventivas ao homem (Benyus, 2003).

A literatura científica, a partir de 1960, cunhou diferentes termos para caracterizar esse processo de busca de inspiração em modelos naturais, sistemas e processos para resolver problemas humanos. São eles: biônica, biomimética, biomimesi, biognosis, *bioinspiration*, *design bioanalogous*, design biologicamente inspirado, *biomimcry*. Esses termos são muitas vezes considerados como sinônimos.

O termo biomimética foi cunhado por Janine M. Benyus, cientista e bióloga americana, autora do livro: *Biomimética – Inovação Inspirada pela Natureza*, 2003, que afirmou:

A Biomimética usa um padrão ecológico para ajuizar a ‘correção’ das nossas inovações. Após 3,8 bilhões de anos de evolução, a natureza aprendeu: O que funciona. O que é apropriado. O que dura. (BENYUS, 2003, p.15)

Porém, para que a prática do design biomimético seja adotada por mais projetistas e implementada em organizações empresariais de forma sistemática e consistente, são necessários métodos e tecnologias que ampliem o conhecimento biológico, apoiem a transferência desse conhecimento para a solução de problemas, e facilitem o uso de analogias com a natureza, para gerar ideias e criar valor (Shu, 2011).

As novas tecnologias digitais estão provocando mudanças sísmicas nas economias mundiais. Elas oferecem uma nova forma de aproximação e abordagem para lidar com a complexidade dos dias atuais, pois permitem comunicação ágil em rede, visualização e análise de dados, mudança de modelo fabril e de manufatura, entre outros.

Por exemplo, essas novas tecnologias estão permitindo duplicar a cada cinco anos os conhecimentos da biologia e das ciências naturais a partir da ampliação do alcance da visão. Benyus, afirma:

Igualmente sem precedentes é o alcance da nossa visão: novos alcances e satélites facultam-nos a observação dos padrões da natureza, do interstício celular às vastidões interestelares. Podemos sondar um ranúnculo com os olhos de um ácaro, pegar carona na viagem dos elétrons da fotossíntese, sentir a vibração de um neurônio em atividade ou assistir em cores, ao nascimento de uma estrela. Podemos ver, mais claramente do que nunca, como a natureza realiza seus milagres. (BENYUS, 2003, p.14).

Podemos também destacar o grande avanço na medicina no que se refere a obtenção e visualização de imagens bem definidas do corpo humano, por meio de tecnologias não invasivas, como aquisição de imagens por ressonância magnética (RM) e tratamento digital, para que sejam representadas tridimensionalmente usando-se impressoras 3D de alta precisão.

Durante alguns anos, a partir de seu invento em 1591, o microscópio foi um equipamento essencial para a investigação da natureza. O mais moderno atualmente é o

microscópio eletrônico de varredura que é utilizado para observar detalhes da superfície de objetos sólidos e é capaz de ampliá-las em até 300 mil vezes. A imagem pode ser tridimensional e registrada em vídeos e fotografias.

Os biólogos usam esses equipamentos a fim de ampliar o conhecimento científico sobre células no corpo do ser vivo, fornecendo às áreas de anatomia, organografia, histoquímica e fitopatologia, subsídios que poderão ser utilizados em melhoramento vegetal.

Os engenheiros de materiais usam microtomógrafos para verificar falhas microestruturais de materiais, a porosidade de metais, e o comportamento de peças sob condições variadas de pressão, temperatura e umidade.

Recentemente, alguns poucos designers usam os mesmos equipamentos para se inspirar com a inteligência da natureza e aplicá-la em projetos de design. Marko Brajovic e Guto Requena são uns desses designers que usam novos paradigmas orgânicos (possíveis por meio de novas tecnologias) programando formas a partir de emoções e imagens em nanoescala da natureza.

A presente pesquisa teve uma característica exploratória, voltada a investigar se abordagens de pensar e projetar embalagens por meio de analogias entre biologia e design (biomimética) são potencializadas por novas tecnologias digitais (especialmente microtomografia e impressão 3D). E também, uma característica experimental, objetivando estimular a criação e materialização de conceitos inovadores biomiméticos, para embalagem.

Métodos

Os métodos de pesquisa escolhidos foram: (1) pesquisa bibliográfica sobre biomimética, processo de design, analogias e embalagens (em livros, artigos, internet; principalmente duas bases de dados: a ISI Web of Science e a Science Direct, ambas por sua abrangência e qualidade); (2) pesquisa de campo em ambientes naturais, principalmente no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, para observações intuitivas sobre elementos da natureza (dados primários), entrevistas com biólogos, para absorver seu processo de trabalho e adquirir experiência; (3) pesquisas em bancos de dados biológicos (principalmente Asknature²), que proporcionam conhecimentos abrangentes sobre a vida na terra e que auxiliam o entendimento das estratégias da natureza; (4) experimentos baseados na abordagem metodológica *Biomimicry Design Lens* (lentes biomiméticas), especialmente o modelo *Biology to design* (biologia para projetar) do *Biomimicry 3.8* (2013).

A opção por fazer os experimentos baseado nas lentes biomiméticas do *Biomimicry 3.8* (2013), deve-se ao fato da existência de diversas plataformas para disseminar a importância da inovação inspirada na natureza: livros, vídeos, bases de dados *on-line*, *sites* (www.biomimicry.net e www.asknature.org), e produção de diversos materiais didáticos, tanto para educação básica como para formação de especialistas em biomimética. Essa base de dados foi importante para os processos de aproximação adotados nesta pesquisa. Além disso, Benyus presta consultorias para pesquisadores na área e empresas que pretendem inovar utilizando a biomimética, entre elas algumas reconhecidas empresas brasileiras.

As lentes biomiméticas propõem duas abordagens no pensamento biomimético. A primeira, *Challenge to Biology* (desafio para a biologia), é útil para cenários onde o problema está bem definido e procuram-se *insights* biológicos para solucioná-lo. Deve ser aplicado em um ambiente “controlado” como uma sala de aula.

² www.asknature.org

A segunda abordagem, *Biology to Design* (biologia para projetar), é mais apropriada quando se tem um *insight* biológico que você quer manifestar em um design. É recomendada a aplicação por inventores, empreendedores e profissionais interessados na interdisciplinaridade. Portanto, acreditou-se ser a segunda abordagem a mais adequada como base metodológica para essa pesquisa, que tem uma forte característica experimental, objetivando a criação e materialização de conceitos inovadores biomiméticos, para embalagem.

Cabe destacar que o experimento nessa pesquisa foi estruturado em dois processos visando avaliar a influência do uso de novas tecnologias digitais: Experimento A (sem uso de novas tecnologias digitais), e Experimento B (com uso de novas tecnologias digitais).

O Experimento A abrangeu as seguintes etapas: descobrir modelos naturais (A1); selecionar organismo inspirador (A2); abstrair estratégias biológicas (A3); identificar função e definir contexto (A4); *brainstorm* ideias bioinspiradas (A5).

Como o Experimento B foi realizado a partir do mesmo organismo inspirador, não foi necessário repetir as etapas de descoberta de modelos naturais e seleção do organismo inspirador, já realizados no Experimento A. O Experimento B, portanto, abrangeu as seguintes etapas: abstrair estratégias biológicas (B1); identificar função e definir contexto (B2); *brainstorm* 1 - primeiras ideias bioinspiradas (B3); emular conceitos de design do *brainstorm* 1 (B4); *brainstorm* 2 - novas ideias bioinspiradas (B5); emular conceitos de design do *brainstorm* 2 (B6); explorar e validar o conceito de design mais promissor para inovação de embalagem bioinspirada (B7).

Experimento A

O Experimento A foi realizado a partir do pensamento biomimético, “biologia para projetar” (*Biomimicry* 3.8, 2007), e não foram utilizadas novas tecnologias digitais, como microtomógrafo e impressora 3D.

As seguintes atividades foram executadas nas seguintes etapas: (A1) descobrir modelos naturais; (A2) selecionar organismo inspirador; (A3) abstrair estratégias biológicas; (A4) identificar função e definir contexto; (A5) *brainstorm* ideias bioinspiradas.

A Etapa A1 consistiu em descobrir um organismo, ou ecossistema inspirador, e aprender sobre suas estratégias para evoluir e sobreviver. Buscou-se inspiração na natureza, especialmente na Botânica, e seu reino das plantas: raiz, caule, folha, flor, fruto e semente, considerando-se os inúmeros exemplos de “boas embalagens” presentes no mesmo. As angiospermas foram estudadas e diversos frutos foram coletados no arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e em visitas guiadas por biólogos à Mata Atlântica, para observação e manuseio. Também foram consultadas bases de dados virtuais sobre biomimética e estudo de casos.

As atividades dessa Etapa A1 consistiram em, após descoberto o organismo inspirador (reino das plantas), conhecer suas variadas estratégias quanto à proteção, acomodação, contenção, armazenagem, distribuição e transporte, a fim de posteriormente transferi-las, por analogia, para o design de embalagem.

Para tanto, foi necessário acessar um espaço amplo de conhecimento na biologia (dados secundários), e também imergir na natureza (dados primários), observando e perguntando-se, por exemplo, como um determinado fruto faz para acomodar, proteger, distribuir e liberar suas sementes?

Realizou-se, portanto, nessa etapa A1: (A1.1) pesquisa bibliográfica; (A1.2) visitas a instituições de pesquisa biológica; (A1.3) entrevistas com biólogos; (A1.4) observações da natureza em parques, florestas, matas, etc... (A1.5) coleta de material biológico, tais como: flores, frutos, sementes (Figura 3); (A1.6) análise do material biológico, sem uso de novas tecnologias; (A1.7) pesquisa documental em bases de dados virtuais sobre biomimética e estudo de casos.

Figura 3 – Amostras de *Clusia Lanceolata* coletadas em visita ao arboreto do JBRJ



Fonte: fotos da autora

Buscou-se na pesquisa bibliográfica, informações científicas básicas sobre nossa área de inspiração: a Botânica, especialmente a classe das angiospermas: “plantas com flores e que também se caracterizam por darem às suas sementes uma proteção extra, encerrando-as em uma estrutura que chamamos tecnicamente de fruto”. (OLIVEIRA, 2008, pg 201).

A etapa A2 tratou de selecionar um organismo inspirador. Escolheu-se como inspiração o fruto do amendoim (pertencente à família das *Angiospermas Fabaceae* também conhecida como *Leguminosae*), por tratar-se de um fruto leguminoso (Figura 4) com peculiaridades em relação a acomodação, proteção e conservação de suas sementes, entre elas: leveza, resistência, impermeabilidade, abertura facilitada e adaptabilidade a diferentes quantidades de sementes.

Figura 4 – Ilustração de *Arachis Hipogea L.*



Fonte: Disponível em www.plantillustration.org. Acessado em 7 dez 2015.

Em seguida, na etapa A3, com o apoio de um biólogo e de uma análise morfológica, procurou-se abstrair as estratégias biológicas usadas pelo amendoim, para evoluir e sobreviver (Quadro 1).

Quadro 1 – Síntese das estratégias biológicas abstraídas da vagem do amendoim

VAGEM DO AMENDOIM	Estratégias biológicas abstraídas
	<p>Forma integral, adaptável a diferentes quantidades de sementes.</p>
	<p>Fragilidade na região longitudinal da vagem, que “quebra” por meio de pressão intencional localizada, disponibilizando as sementes sem danificá-las.</p>
	<p>Amadurecimento do fruto embaixo da terra, permitindo proteção contra predadores.</p>
	<p>Impermeabilidade Casca rígida, composta por conjunto de fibras longitudinais e multicamadas de materiais. Casca leve, devido à diminuição da espessura nas depressões.</p>

Fonte: quadro da autora

A etapa A4 visou entender as funções do fruto do amendoim. Tratou-se de identificar uma característica, mecanismo, processo, que faz alguma coisa (uma função) para esse organismo. São as “coisas” que a estratégia faz para o organismo, e o contexto onde essa função é desejada (Quadro 2).

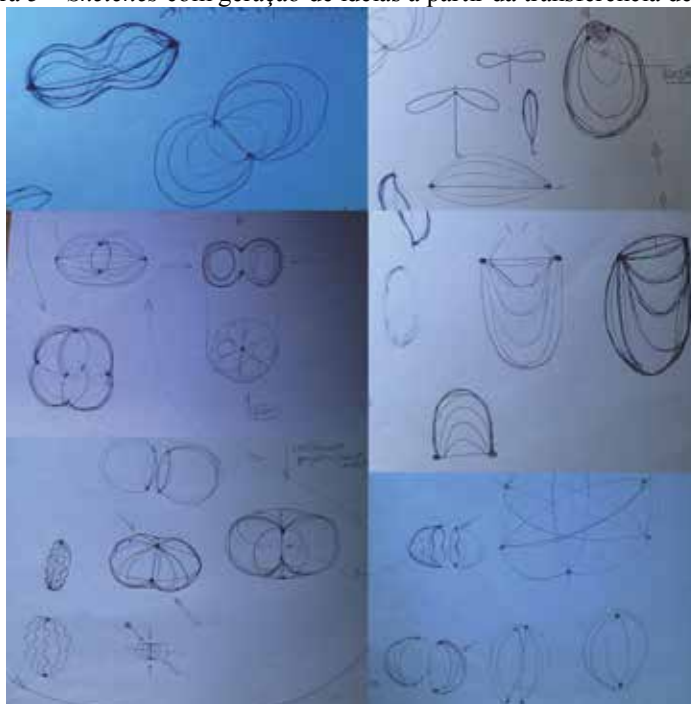
Quadro 2 – Estratégias biológicas da vagem do amendoim e funções

VAGEM DO AMENDOIM

Estratégias biológicas abstraídas	Funções
Forma integral, adaptável a diferentes quantidades de sementes.	Permitir adaptações dimensionais
Fragilidade na região longitudinal da vagem, que "quebra" por meio de pressão, disponibilizando as sementes sem danificá-las.	Abrir, permitindo acesso ao conteúdo quando desejado e sem danificá-lo.
Amadurecimento do fruto embaixo da terra, permitindo proteção contra predadores.	Promover segurança ao conteúdo contra agentes externos.
Impermeabilidade	Proteger contra umidade.
Casca rígida, composta por conjunto de fibras longitudinais e multicamadas de materiais.	Resistir a quedas, amassamentos, torção, punção e impacto.
Casca leve, devido à diminuição da espessura nas depressões.	Ser leve

Fonte: quadro da autora

Abstraídas as estratégias e definidas as funções do fruto do amendoim, geraram-se, por analogia, ideias para embalagens (Etapa A5). Abaixo figura que apresenta alguns desenhos das ideias geradas (Figura 5).

Figura 5 – *Sketches* com geração de ideias a partir da transferência de estratégias

Fonte: desenhos da autora

Conclusão Experimento A

O Experimento A abrangeu as seguintes etapas: descobrir modelos naturais (A1); selecionar organismo inspirador (A2); abstrair estratégias biológicas (A3); identificar função e definir contexto (A4); *brainstorm* ideias bioinspiradas (A5). Foi realizada a partir do pensamento biomimético, “biologia para projetar” (*Biomimicry 3.8*, 2007), porém, diferentemente do método usado pelo *Biomimicry 3.8*, não avançou-se nas etapas posteriores ao *brainstorm*. A autora avalia ser necessário esse avanço futuramente, para uma análise comparativa mais aprofundada sobre os resultados com e sem uso das novas tecnologias digitais, pois, no Experimento A, não foram utilizadas novas tecnologias digitais (microtomógrafo e impressora 3D), e no Experimento B usou-se essas tecnologias.

Constatou-se que foi fundamental o apoio do biólogo em visitas ao Jardim Botânico e na orientação teórica sobre o Reino das Plantas (Angiospermas), durante a Etapa A1 (descobrir um organismo ou ecossistema inspirador, e aprender sobre suas estratégias para evoluir e sobreviver).

A escolha do fruto do amendoim como organismo inspirador, mostrou-se acertada, pois as abstrações de suas estratégias biológicas geraram *insights* sobre as funções e o contexto onde as mesmas são desejadas, no caso dessa pesquisa, o design de embalagem.

É importante ressaltar que nesse experimento não houve o apoio das novas tecnologias digitais, portanto, foi muito importante a experiência da autora como designer para, a “olho nú”, realizar uma análise morfológica e abstrair as estratégias do organismo e posteriormente entender as “coisas” que a estratégia faz para o organismo (funções), e o contexto onde essas funções são desejadas. Abstraídas as estratégias e definidas as funções do fruto do amendoim, geraram-se ideias para embalagens, porém com analogias muito próximas aos aspectos formais e estruturais, perceptíveis a “olho nú”, do fruto do amendoim.

Experimento B

O Experimento B caracteriza-se pelo intenso uso de novas tecnologias digitais, como microtomógrafo e impressora 3D. Usou-se como base metodológica o pensamento biomimético – “biologia para projetar” (*Biomimicry 3.8*, 2007). Também executou-se uma etapa de validação do conceito de design mais promissor para inovação de embalagem bioinspirada.

Como o Experimento B foi realizado a partir do mesmo organismo inspirador (o fruto do amendoim), não foi necessário repetir as etapas de descoberta de modelos naturais e seleção do organismo inspirador. O Experimento B, portanto, abrangeu as seguintes etapas: abstrair estratégias biológicas (B1); identificar função e definir contexto (B2); *brainstorm* 1 - primeiras ideias bioinspiradas (B3); emular conceitos de design do *brainstorm* 1 (B4); *brainstorm* 2 - novas ideias bioinspiradas (B5); emular conceitos de design do *brainstorm* 2 (B6); explorar e validar o conceito de design mais promissor para inovação de embalagem bioinspirada (B7).

A etapa B1 consistiu em abstrair as estratégias biológicas usadas pelo amendoim para evoluir e sobreviver, por meio do uso intenso de novas tecnologias digitais de aquisição de imagens pela microtomografia, digitalização das mesmas e materialização por impressão 3D.

Nessa pesquisa foram utilizadas as seguintes novas tecnologias digitais a fim de gerar inúmeros e confiáveis dados primários sobre o fruto do amendoim. São elas: aquisição de imagem por meio de microtomografia (*software Scout and Scan Control System*), reconstrução da imagem (*software XM Reconstructor Cobe Beam 10*), tratamento dessas imagens digitalmente (*softwares Fiji e Geomagic*), modelagem tridimensional (*softwares*

Rhinoceros e Solidworks), prototipagem rápida em impressoras 3D. As impressoras 3D usadas nesta pesquisa foram: *CubePro*, *Felix* e *MakerBot*. Os filamentos utilizados foram PLA (Poliácido Láctico - produzido a partir de fontes naturais como milho e cana-de-açúcar), ABS (Copolímero de Acrilonitrila e Estireno) e *NinjaFlex* (elastômero termoplástico).

O microtomógrafo utiliza a mesma técnica da tomografia hospitalar, porém em pequena escala e com aumento exponencial da resolução. A microtomografia é uma espécie de radiografia em 3D, permitindo uma visualização não destrutiva e em alta resolução 3D da estrutura interna de objetos.

Um importante diferencial dessa pesquisa é o uso de microtomografia computadorizada para investigação de materiais biológicos. Em geral seu uso se restringe à aquisição de imagens de materiais inorgânicos, tais como pelotas de minério, aço, etc...

Realizou-se, portanto, nesta etapa B1: (1.1) preparação dos corpos de prova biológicos para entrada no equipamento, (1.2) microtomografia com segmentação da imagem, (1.3) reconstrução e tratamento da imagem.

Nas fotos abaixo, apresentamos o microtomógrafo, durante seu uso no Experimento B. O equipamento usado foi o microtomógrafo Xradia 510 Versa (Figura 6), voltagem 80 Kv, 7 W, 1601 projeções, tempo de exposição 0.3 s e Binning 2, com tempo total de varredura de 1.3 hs.

Figura 6 – Microtomógrafo (LPDI) durante a microtomografia do fruto do amendoim



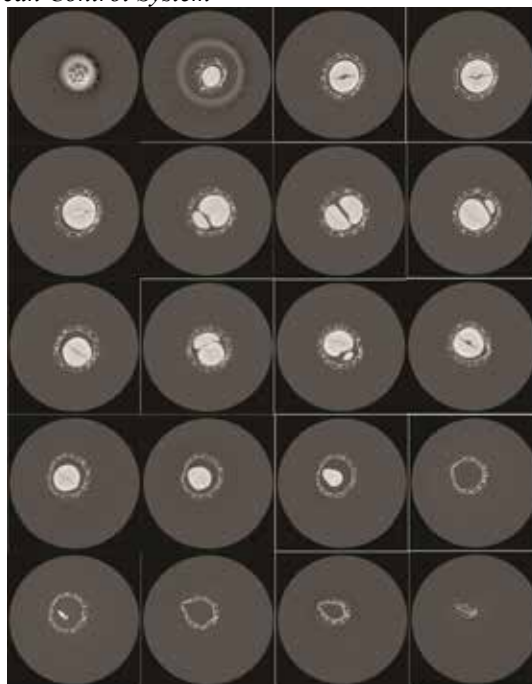
Fonte: fotos da autora

Após calibragem do equipamento para materiais biológicos, microtomografou-se a vagem do amendoim. As amostras de amendoins passaram por um processo de preparação: (1) seleção quanto a sua integridade física e (2) fixação a suportes internos do equipamento (para garantir bom resultado de imagem).

Em seguida o equipamento iniciou a microtomografia com o auxílio do *software Scout and Scan Control System* (Figura 7), e uma vez adquiridos os dados primários das camadas usou-se o *software XM Reconstructor Cobe Beam 10*, para reconstrução da imagem 3D da

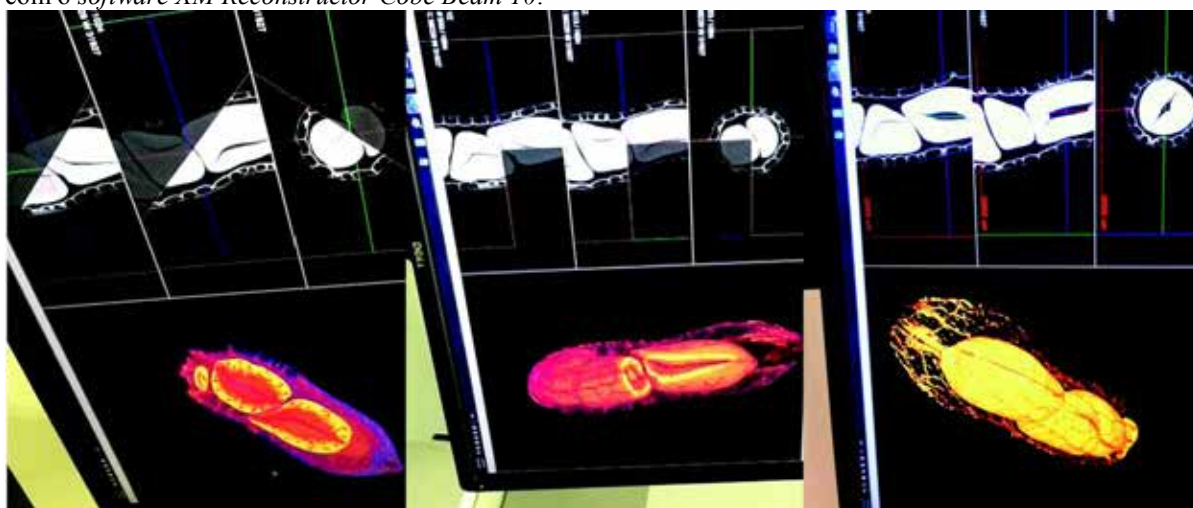
vagem do amendoim (Figura 8). Esses dois momentos do processo podem ser constatados nas imagens, a seguir.

Figura 7 – Imagens adquiridas no microtomógrafo com a sequência de camadas da vagem do amendoim, usando-se o *software Scout and Scan Control System*



Fonte: imagem da autora

Figura 8 – Reconstrução da imagem da vagem do amendoim microtomografado no Xradia 510 Versa com o *software XM Reconstructor Cobe Beam 10*.



Fonte: imagem da autora

Com o auxílio dos softwares *Fiji* e *Geomagic* foi possível tratar digitalmente as imagens adquiridas, obtendo assim mais detalhes e dados primários (Figura 9).

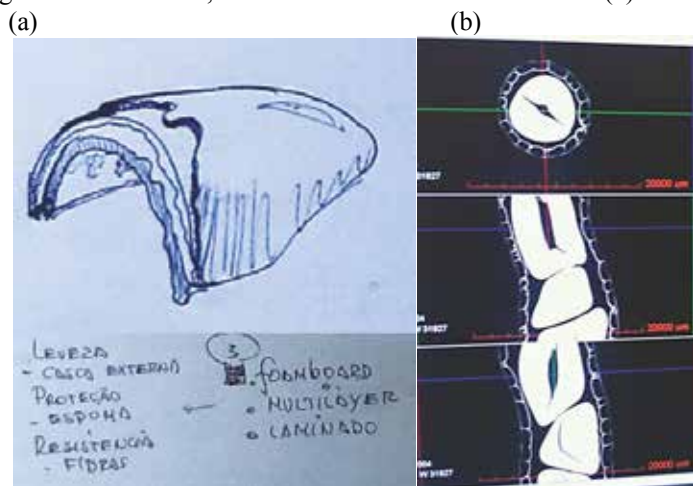
Figura 9 – Tratamento das imagens obtidas com *softwares Fiji e Geomagic*

Fonte: imagem da autora

As imagens adquiridas com o microtomógrafo e tratadas digitalmente com os softwares, revelaram o que não conseguiu-se observar a “olho nú”: que a estrutura da casca da vagem do amendoim é alveolar e não multicamadas com depressões, como inferiu-se no Experimento A (sem uso de novas tecnologias). Dessa forma compreendeu-se que devido à estrutura alveolar a casca é leve e ao mesmo tempo resistente.

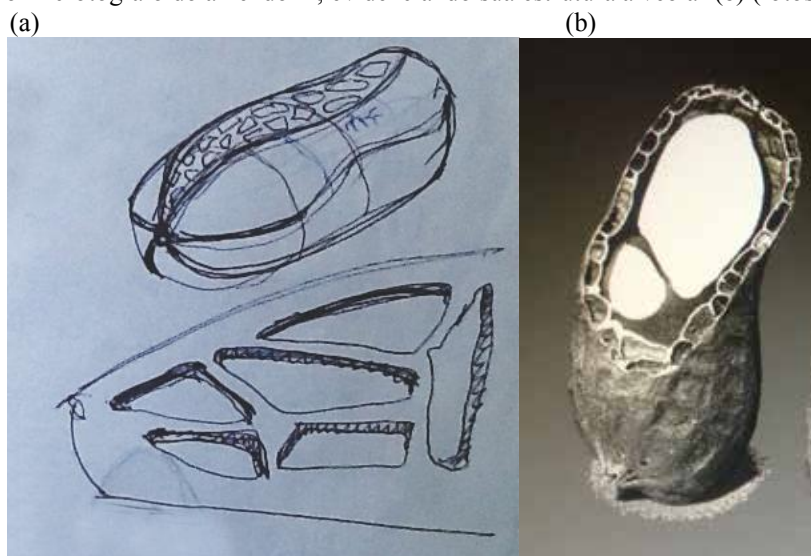
Na montagem abaixo (Figuras 10 e 11) compara-se: o desenho representativo da observação a “olho nú” do amendoim (com as fibras, multicamadas e depressões); e as imagens do mesmo, adquiridas com o microtomógrafo, nas quais pode-se constatar a estrutura alveolar da casca.

Figura 10 – Comparação entre: representação da casca do amendoim após observação a “olho nú” (a) e imagens adquiridas pelo microtógrafo do amendoim, evidenciando sua estrutura alveolar (b)



Fonte: imagem da autora

Figura 11 – Comparação entre: representação da casca do amendoim após observação a “olho nú” (a) e imagens adquiridas pelo microtógrafo do amendoim, evidenciando sua estrutura alveolar (b) (fotos da autora).



Fonte: imagem da autora

A etapa B2 visou entender as funções do fruto do amendoim. Tratou-se de identificar uma característica, mecanismo, processo, que faz alguma coisa (uma função) para esse organismo. São as “coisas” que a estratégia faz para o organismo, e o contexto onde essa função é desejada. O uso das tecnologias digitais nessa etapa permitiram uma nova abordagem mais reveladora, precisa e acurada para as funções relacionadas às abstrações biológicas da vagem do amendoim, conforme detalhado no quadro abaixo (Quadro 3).

Quadro 3 – Abstrações biológicas da vagem do amendoim e funções refinadas
VAGEM DO AMENDOIM

Estratégias biológicas abstraídas	Funções
Forma integral, adaptável a diferentes quantidades de sementes.	Permitir adaptações dimensionais
Fragilidade em função de duas fendas presentes na casca na região longitudinal da vagem (uma espécie de “soldagem” do carpelo da vagem no processo de crescimento), que “quebra” por meio de pressão intencional localizada, disponibilizando as sementes sem danificá-las.	Abrir uniformemente por meio de pressão localizada, permitindo acesso ao conteúdo quando desejado e sem danificá-lo.
Amadurecimento do fruto embaixo da terra, permitindo proteção contra predadores.	Promover segurança ao conteúdo contra agentes externos.
Impermeabilidade	Proteger contra umidade.
Casca rígida, composta por estrutura alveolar, fibras longitudinais e multicamadas de materiais.	Resistir a quedas, amassamentos, torção, punção e impacto, utilizando-se o mínimo de material
Casca leve, devido à estrutura alveolar.	Ser leve e ao mesmo tempo resistente
Propriedades de barreira da casca contra agentes externos aumentadas em função da estrutura alveolar (presença de ar que é isolante).	Preservar por mais tempo o conteúdo

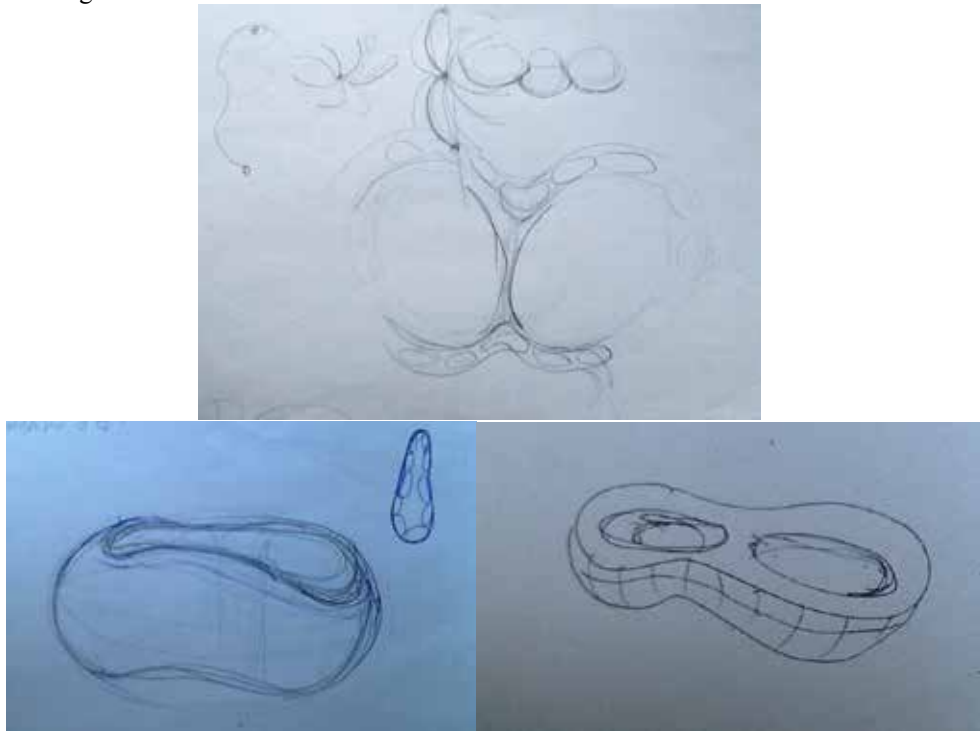
Fonte: quadro da autora

Mapeadas e refinadas as estratégias e funções do amendoim, e definido o contexto (embalagem), a próxima etapa (B3 – *brainstorm 1*) foi a de gerar ideias, combinando esses elementos para resolver problemas. Então, perguntou-se: que problemas pode-se resolver por analogias, ou seja, com a transferência de estratégias abstraídas do amendoim para o design de embalagem?

Para auxiliar nessa transferência, contou-se com a participação, em sessões criativas, de designers com habilidades em: desenho e *sketches*, no uso de *softwares* para modelagem tridimensional (*Rhinoceros e Solidworks*), conhecimentos técnicos e práticos no uso de impressoras 3D (*Cube Pro, Felix e Makerbot*) para materialização por meio de prototipagem rápida.

Os desenhos abaixo representam algumas ideias (dentre inúmeras) geradas no *brainstorm 1* (Figura 12).

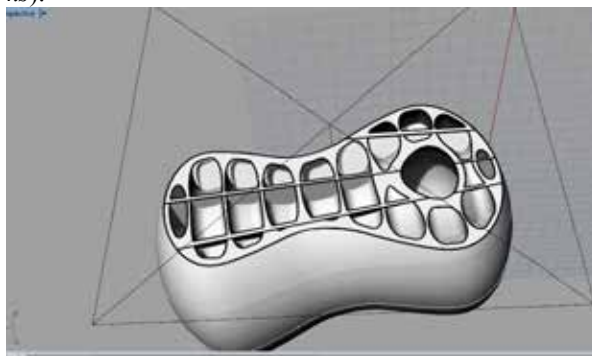
Figura 12 – Desenho à mão livre representando ideia para embalagem, usando analogia com a estrutura alveolar da vagem do amendoim



Fonte: desenho da autora

Modelou-se, também, digitalmente com o software *Solidworks* (Figura 13).

Figura 13 – Detalhe do corte no volume, para visualização das estruturas alveolares projetadas (modelagem no *Solidworks*).



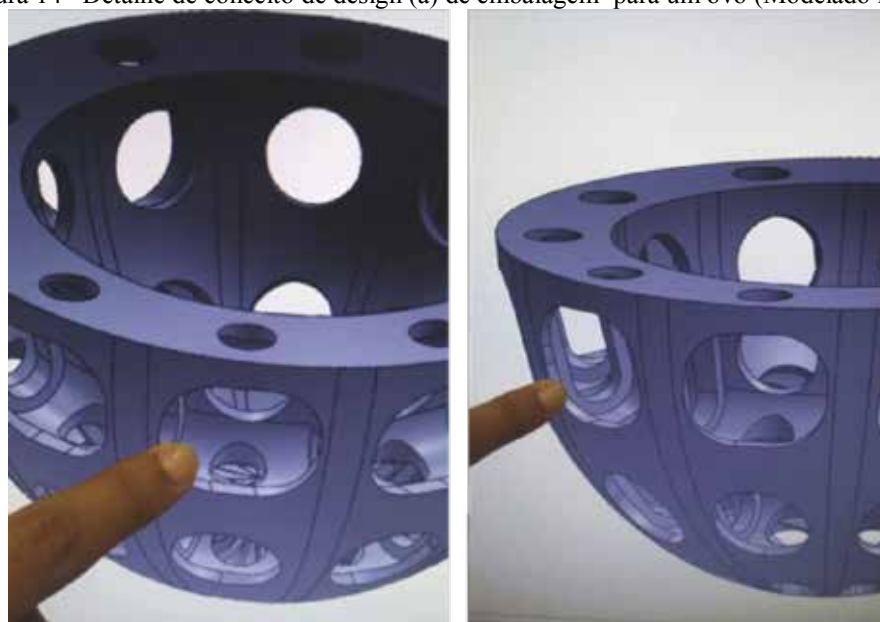
Fonte: imagem da autora

A etapa B4 – emular conceitos de Design, visou aprimorar as melhores ideias do *brainstorm 1* a fim de desenvolver conceitos de design. A emulação considera aspectos de forma, configuração, construção, estrutura, escala, padrões e materiais. Utilizou-se o *software Solidworks* para modelar digitalmente os conceitos (Figura 14), e a impressora 3D *Makerbot* para materializá-los.

O primeiro conceito de design (a) desenvolvido (Figura 14) possuía configuração formal e estrutural muito similar à vagem do amendoim: resistência a quedas e amassamento, pelas camadas de fibras de celulose e material proteico, e proteção com rigidez e leveza, por meio de estruturas alveolares.

Na emulação sentiu-se necessidade de dimensionar o volume interno para que o mesmo acomodasse algum tipo de alimento que precisasse de proteção elevada, simulando uma embalagem. Decidiu-se por embalar um ovo, pois a fragilidade do mesmo impõe funções protetivas elevadas para que não quebre ao longo da cadeia de distribuição.

Figura 14– Detalhe de conceito de design (a) de embalagem para um ovo (Modelado no *Solidworks*)



Fonte: imagem da autora

Foram executados protótipos rápidos na impressora 3D, para realizar testes de queda e impacto e avaliar a proteção ao ovo que esse conceito (a) estava propiciando.

Nos testes de queda constatou-se que o material usado nos protótipos (filamento PLA), por ter dureza elevada, não estava fazendo a estrutura da embalagem proteger o ovo absorvendo para si o impacto. Ao contrário, estava transferindo todo impacto diretamente para o ovo, fazendo-o quebrar.

Pesquisou-se, portanto, materiais de impressão 3D com menos dureza e descobriu-se os filamentos *NinjaFlex* (elastômero termoplástico) e o *SemiFlex* (elastômero termoplástico com menor maciez). O experimento de prototipagem na *Makerbot* com novos filamentos flexíveis e macios foi crucial para que esse conceito (a) absorvesse impacto, e desta forma protegesse melhor o ovo (Figura 15).

Figura 15 – Protótipo do conceito de design (a) executado na *Makerbot* com filamento *NinjaFlex*

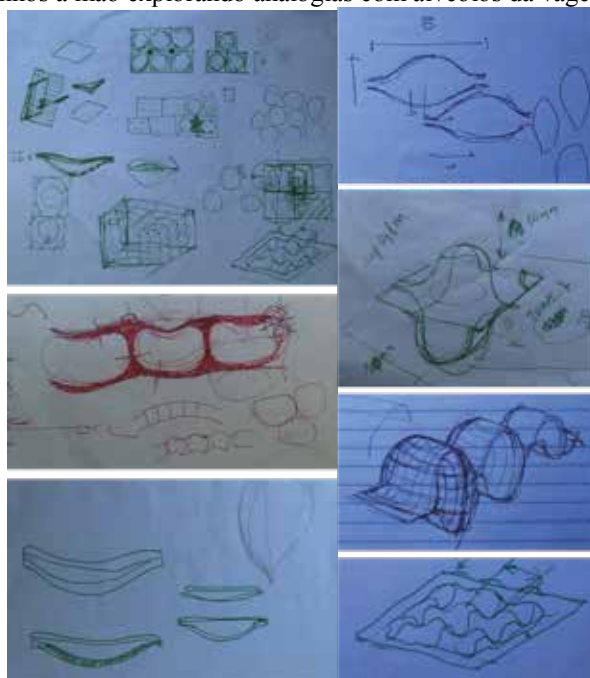


Fonte: fotos da autora

Na etapa B5 – *brainstorm 2*, outras sessões criativas foram realizadas e novas ideias geradas para o desenvolvimento de novos conceitos de design. Seguiu-se com a mesma metodologia, focando em explorar analogias com alvéolos observados na vagem do amendoim para posterior transferência desse princípio para o design de embalagem.

As melhores ideias do *brainstorm 2* (Figura 16) foram selecionadas para aprimoramento, na etapa B6. Considerou-se, portanto, aspectos de forma, configuração, construção, estrutura, escala e padrões para que as ideias evoluíssem para novos conceitos de design biomimético. Nessa etapa utilizou-se o *software Solidworks* e a impressora 3D *Felix* e *Makerbot*, usando filamentos PLA e *NinjaFlex*.

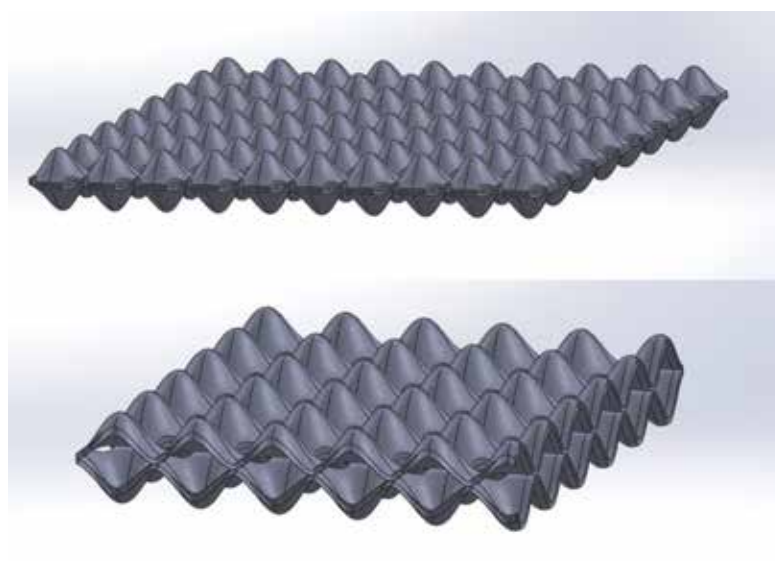
Figura 16 – Desenhos à mão explorando analogias com alvéolos da vagem do amendoim



Fonte: desenhos da autora

Finalmente na etapa B7 novos conceitos foram gerados e o mais promissor (b) - (Figura 17) encorajou novas explorações conceituais e de desenvolvimento técnico para concretização do objetivo geral pretendido nessa pesquisa: desenvolver soluções conceituais inovadoras para embalagem, a partir da biomimética, apoiada por novas tecnologias digitais (microtomografia e impressão 3D).

Figura 17 – Modelagem 3D digital do conceito promissor (b) - placa alveolar (modelagem 3D com Solidworks)



Fonte: imagem da autora

Executou-se protótipos rápidos na impressora 3D *Felix* (Figura 18), com o filamento *NinjaFlex* (elastômero termoplástico).

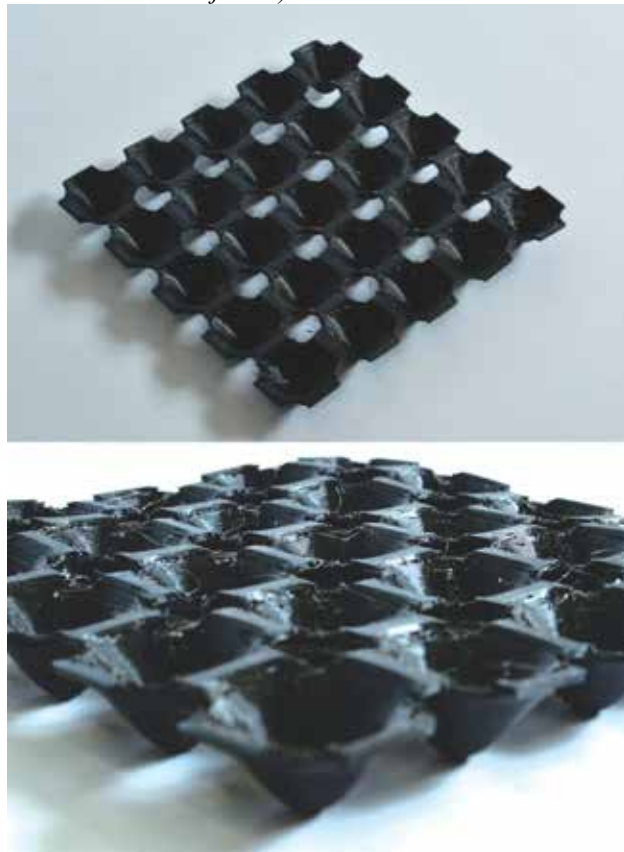
Figura 18 – Impressão 3D do conceito (b) na impressora *Felix* com *NinjaFlex*.



Fonte: imagem da autora

O experimento de prototipagem 3D gerou uma manta flexível e adaptável a diversas aplicações para embalagem (Figura 19).

Figura 19 – Protótipo do conceito promissor placa alveolar “face simples” medindo 10x10 cm. Impresso em 3D (impressora *Felix* com filamento *NinjaFlex*).



Fonte: fotos da autora

Conclusão do Experimento B

Constatou-se que as novas tecnologias digitais (utilizadas no Experimento B) de aquisição de imagem por meio de microtomografia, reconstrução da imagem, tratamento dessas imagens digitalmente, permitiram uma investigação não invasiva, não destrutiva, detalhada, reveladora, precisa e acurada da vagem do amendoim, ampliando a visão e conhecimento do designer por meio da aquisição de dados primários, colaborando, enfim, para o refinamento das abstrações de estratégias biológicas realizadas no Experimento A, e para a geração de ideias (*brainstorm*) do Experimento B. É importante frisar o uso inovador do equipamento de microtomografia na aquisição de imagens de materiais biológicos.

Os principais refinamentos das abstrações – que não foram possíveis a “olho nú” – relacionaram-se à constatação da presença de alvéolos e de duas fendas longitudinais na casca da vagem. Abstraídas e refinadas as estratégias (por meio das novas tecnologias digitais) e definidas as funções do fruto do amendoim, geraram-se ideias para embalagens. Dessa vez percebeu-se um incremento na quantidade de associações e na qualidade e variedade das analogias, que extrapolaram os aspectos meramente formais do organismo, demonstrado que o pensamento criativo lateral foi estimulado pelas imagens adquiridas com as novas tecnologias.

No Quadro 4, abaixo, compara-se as estratégias observadas antes do uso das novas tecnologias (Experimento A) e depois do uso das novas tecnologias (Experimento B).

Quadro 4 – Comparativo das estratégias biológicas abstraídas do amendoim nos Experimentos A e B

Estratégias biológicas abstraídas: Experimento A (sem novas tecnologias)	Estratégias biológicas abstraídas: Experimento B (com novas tecnologias)
Forma integral, adaptável a diferentes quantidades de sementes.	Forma integral, adaptável a diferentes quantidades de sementes.
Fragilidade na região longitudinal da vagem, que “quebra” por meio de pressão, disponibilizando as sementes sem danificá-las.	Fragilidade em função de duas fendas presentes na casca na região longitudinal da vagem (uma espécie de “soldagem” do carpelo da vagem no processo de crescimento), que “quebra” por meio de pressão intencional localizada, disponibilizando as sementes sem danificá-las.
Amadurecimento do fruto embaixo da terra, permitindo proteção contra predadores.	Amadurecimento do fruto embaixo da terra, permitindo proteção contra predadores.
Impermeabilidade	Impermeabilidade
Casca rígida, composta por conjunto de fibras longitudinais e multicamadas de materiais.	Casca rígida, composta por estrutura alveolar, fibras longitudinais e multicamadas de materiais.
Casca leve, devido à diminuição da espessura nas depressões.	Casca leve, devido à estrutura alveolar.
	Propriedades de barreira da casca contra agentes externos aumentadas em função da estrutura alveolar (presença de ar que é isolante).

Fonte: quadro da autora

Também utilizou-se no Experimento B, novas tecnologias digitais de modelagem tridimensional (*softwares Rhinoceros e Solidworks*), prototipagem rápida em impressoras 3D (*CubePro, Felix e MakerBot*), que possibilitaram a materialização rápida de protótipos em

diversas configurações e materiais, permitindo a exploração de diversos conceitos de design e a validação do mais promissor para inovação de embalagem bioinspirada.

Conclusão

Um panorama diversificado de soluções disponíveis na natureza podem lançar-nos à criação de produtos inovadores, por meio da biomimética e das novas tecnologias digitais.

Ao final dessa pesquisa, graças ao processo de design exploratório e experimental, chegou-se a um conceito de design, que foi resultado de um desdobramento das analogias geradas entre biologia (vagem do amendoim) e design (embalagem), potencializadas por novas tecnologias digitais (microtomógrafo e impressão 3D). Esse conceito propõe um sistema inovador para embalagem que: aumenta a proteção e conservação, reduzindo o desperdício, permite adaptação a diferentes formatos e dimensões do conteúdo a ser embalado, e otimiza o uso de materiais e processos.

O resultado final alcançado faz-nos vislumbrar uma série de ampliações dessa pesquisa, como por exemplo: viabilidade técnica e implementação industrial do sistema criado, a fim de que seu uso possa ser generalizado em larga escala; integração dos princípios encontrados na natureza às soluções de design sustentáveis e ambientalmente corretas; sistematização do uso das novas tecnologias digitais na transferência da inteligência presente na natureza, para o design.

Referências

BENYUS, Janine. **Biomimética: inovação inspirada pela natureza**. São Paulo: Ed. Pensamento-Cultrix, 2003.

BENYUS, Janine, BAUMEISTER, Dayna. **Packaging Tips from the Porcupine Fish**. USA: Biomimicry Institute, 2002.

BIOMIMICRY 3.8. **Biomimicry Design Lens**. Licenced under creative commons BY-NC-ND. Disponível em: <http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens>>. Acesso em: 21 nov. 2014.

EMTECH BRASIL 2015. **Viver em uma Cidade Inteligente, hoje**. Rio de Janeiro: MIT Technology Review, 2015.

GENTNER, Dedre; MARKMAN, Arthur B. **Structure Mapping in Analogy and Similarity**. USA: American Psychological Association, 1997.

GORDON, William J.J. **Synectics: The Development of Creative Capacity**. New York: Harper & Brothers, 1961.

OLIVEIRA, Eurico Cabral de. **Introdução à biologia vegetal**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SHU, L.H. et al. **Biologically inspired design**. Canadá: CIRP Annals - Manufacturing Technology 60 (673–693), 2011.

THOMPSON, Darcy. *On Growth and Form*, 1917.

WORLD PACKAGING ORGANIZATION (WPO). **Packaging – An important tool for a sustainable society**. USA: World Packaging Organization, 2011

Homepages:

ASK NATURE – The Biomimicry 3.8 Institute, 2008-2016. Disponível em: <<http://www.asknature.org>>. Acesso em: 5 jan. 2014.

BIOMIMICRY 3.8. The Biomimicry design portal. The Biomimicry 3.8 Institute, 2008-2016. Disponível em: <<http://www.biomimicry.org>>. Acesso em: 5 jan. 2014.

ENCYCLOPEDIA OF LIFE. Disponível em: <<http://eol.org/>>. Acesso em 5 março 2014.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. Disponível em: <<http://senseable.mit.edu>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

O GLOBO. Desenvolvido por Infoglobo Comunicação e Participações S.A, 1996-2016. Disponível em < <http://oglobo.globo.com/sociedade/tecnologia/sensores-big-data-revolucionam-gerenciamento-urbano-18080436>>. Acesso em: 27 nov. 2014.

PINTEREST. Disponível em: <<http://www.pinterest.com/pin/282178732877521603/>>. Acessado em: 20 nov. 2014

PLANTILLUSTRATIONS. Disponível em: <<http://www.plantillustrations.org/>>. Acesso em 7 dez. 2015.

Márcia Bergmann, Cláudio Magalhães *

Materiais híbridos: natureza têxtil em transformação



Márcia Bergmann

Mestre; Puc-Rio

<marciabergmann@gmail.com>

Cláudio Magalhães

Doutor; Puc-Rio

<claudio-design@puc-rio.br>

Resumo Sistemas produtivos passam por transformações devido à intensificação no uso de novas tecnologias, estimulando reflexões sobre impactos potenciais em indústrias maduras, como a têxtil. Essa é tradicionalmente identificada como de baixa intensidade tecnológica, especialmente o subsetor especializado em carpetes. Assim, o objetivo do estudo foi identificar a situação tecnológica desta indústria e apresentar perspectivas. Foi realizada pesquisa bibliográfica e documental, apresentando resultados que apontam para: percepção de tendência da transformação da natureza têxtil através de materiais híbridos, que incorporam eletrônicos e nanotecnologia; reconhecimento de oportunidades em um novo ambiente competitivo a partir de parcerias intersetoriais; identificação das contribuições do Design Estratégico para indústrias maduras.

Palavras chave design estratégico; materiais híbridos; pesquisa de tendências.

Hybrid materials: textile nature in transformation

Abstract Production systems undergo transformations due to intensification in the use of new technologies, stimulating reflections on potential impacts in mature industries, such as textiles. This is traditionally identified as of low technological intensity, especially the subsector specializing in carpets. Thus, the purpose of the study was to identify the technological situation of this industry and point out perspectives. A bibliographical and documentary research was carried out, presenting results that suggest: perception of the tendency of the transformation of the textile nature through hybrid materials, which incorporate electronics and nanotechnology; Recognition of opportunities in a new competitive environment from intersectoral partnerships; Identification of the contributions of the Strategic Design for mature industries.

Keywords strategic design; hybrid materials; trends research.

Introdução

Os sistemas produtivos industriais passam por significativas transformações no século XXI, devido à intensificação no uso de novas tecnologias capazes de criar materiais inovadores, o que amplia a complexidade do projetar. Deste modo, considerando a necessidade de se refletir sobre impactos potenciais deste cenário em indústrias menos afeitas à modernização tecnológica, pergunta-se como o Design Estratégico poderia propor a realização de pesquisas que busquem compreender melhor este ambiente. Estudos com perfis diferentes - como aqueles sustentados por análise contextual e por diagnóstico da indústria, bem como outros, apoiados em processos abertos e identificação de tendências - se complementam e são fundamentais para gerar conhecimento, propiciar reflexão sobre o problema de design e favorecer o desenvolvimento de respostas inovadoras (Scaletsky et al, 2016).

Neste contexto, o objetivo do estudo é compreender a situação da indústria têxtil especializada em carpetes, priorizando a tecnologia como variável interveniente e considerando tanto a condição atual, quanto as perspectivas futuras, em um cenário dinâmico e em transformação. Para tal, foi realizada pesquisa bibliográfica e documental nos campos do design e das engenharias. A abordagem do tema requer o entendimento prévio de que (1) materiais têxteis são produtos compostos essencialmente por fios e fibras que - combinados - constituem tecidos, não tecidos e afins (Nielson, 2007); e de que (2) carpete é um revestimento têxtil geralmente fixado de forma permanente ao piso do espaço arquitetônico interno (Godsey, 2013). A opção pelo carpete é justificada pela excessiva especialização deste subsetor da indústria têxtil em relação a outros, como o de tecidos e não-tecidos, bem como, pela situação crítica em que se encontra. A indústria brasileira de carpetes está no estágio de maturidade, mas apresenta indicadores de desempenho econômico em declínio, suas tecnologias são centenárias e as inovações são incrementais (Mariotti, 2013; Abritac, 2015).

O estudo foi estruturado em três seções. A primeira contextualiza brevemente a indústria têxtil e a de carpetes em um novo cenário tecnológico. A segunda realiza uma revisão das tecnologias dominantes no setor de carpetes, abordando os principais processos e matérias-primas. Por fim, a terceira seção apresenta duas estratégias emergentes para inovar, não se restringindo ao produto “carpete”. Ao contrário, a partir de uma ênfase generalista e centrada na configuração têxtil, inclui soluções para têxteis de vestuário, veículos, arquitetura e design de interiores capazes de revelar desenvolvimentos tecnológicos significativos. Os tópicos abordados criam um panorama dos materiais têxteis e apontam para um modo de contribuição do Design Estratégico para indústrias maduras.

Novo cenário tecnológico industrial

A indústria passa por significativas transformações, algumas já em curso e outras ainda como perspectivas (Bruno, 2016). Mas, de modo geral, tais mudanças são influenciadas pelas tecnologias de informação e de comunicação tanto no processo de fabricação, por exemplo, na automação industrial; quanto no processo de design, tal como na prototipagem rápida; bem como no próprio produto, por meio da Internet das Coisas (CNI, 2016). Os benefícios para os meios produtivos residem fundamentalmente no aumento da eficiência operacional e na inovação em produtos, serviços, processos, materiais e modelos de negócios em diversos setores industriais, inclusive na indústria têxtil (Bruno, 2016).

Segundo estudo realizado pela Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT), apoiada pelo Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil (SENAI-CETIQT) e pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), há a possibilidade da indústria têxtil nacional até 2030 estar em conformidade com a evolução tecnológica observada em outros setores (Bruno, 2016). Para ilustrar esta situação promissora, pode-se apontar o ranking de setores que mais usam tecnologias digitais em processos de manufatura, elaborado pela Confederação Nacional das Indústrias (CNI) em 2016.

A indústria eletrônica possui 61% de suas empresas utilizando tecnologias digitais¹ em seus sistemas produtivos. Já a têxtil² tem 47% de suas organizações adotando estas mesmas tecnologias produtivas (CNI, 2016). Neste setor, ainda há muito a evoluir. Porém, sendo tradicionalmente identificada como indústria de baixa intensidade tecnológica, há evidências de que nos próximos anos a indústria têxtil terá condições de se aproximar das categorias de maior emprego de ciência e tecnologia (Bruno, 2016).

A modernização tecnológica de outros setores e o interesse em construir uma indústria têxtil que busca uma nova posição na manufatura global fazem com que o setor seja obrigado a enfrentar barreiras culturais e econômicas. De certo modo, romper com valores tradicionais que impedem o abandono dos paradigmas da produção padronizada e, ao mesmo tempo, optar pela implantação de tecnologias - em etapas - para minimizar o impacto dos investimentos elevados (Bruno, 2016; CNI, 2016). No entanto, um entrave para a mudança radical de patamar científico e tecnológico do setor pode ser menos evidente. A adoção de novas tecnologias de produção é cada vez menos um processo singular. Pelo contrário, é percebido cada vez mais como dependente de ações coordenadas e sistêmicas da indústria como um todo, ultrapassando iniciativas empresariais isoladas (Bruno, 2016).

A indústria de carpetes, por exemplo, registrou iniciativas pontuais na década de 1990 e início dos anos 2000, nas quais algumas empresas buscaram começar um processo de modernização tecnológica, que não se multiplicou (Gomes, 2015; Hermann, 2015). A propósito, este é um subsetor de restrita organização entre as empresas e de expressão limitada na indústria têxtil em geral. Um caso exemplar desta condição marginal dos fabricantes de carpete no seu setor é o trabalho “Visão de Futuro do Setor Têxtil e de Confecção Brasileiro para 2030” (Abit, 2016) que buscou elaborar um planejamento estratégico e responder a perguntas como: que tipos de empresas, cadeias e modelos de negócios se quer priorizar e desenvolver; que modelos de negócios favorecem e desfavorecem o desenvolvimento do setor? Para garantir a representatividade setorial, o estudo contou com a colaboração de 146 representantes da indústria, da academia, das associações, dos sindicatos patronais e dos trabalhadores e do governo, apoiado por critérios qualitativos de avaliação que consideravam a importância de seus produtos e processos, experiência, liderança, atualização de seus líderes e potencial indutor de transformação de seus modelos de negócio (Bruno, 2016). Entre todos esses, havia apenas um representante da indústria de carpetes.

O carpete é um revestimento têxtil em declínio, apresentando redução em seu desempenho econômico (Mariotti, 2013; Abritac, 2015). Os avanços tecnológicos têm sido limitados e essa é considerada uma das principais razões pelas quais ele perdeu participação de mercado em termos globais para os produtos substitutos (Luiken, 2009). Neste contexto, o futuro da indústria de carpete depende fortemente da capacidade das empresas enfrentarem os desafios de um setor maduro, com tecnologia padronizada e competição baseada em redução de custo (Noor-Evans et al., 2009). A indústria brasileira de carpetes se encontra em um momento crítico e, como tal, repleto de dificuldades, mas também pródigo em oportunidades. Se os materiais têxteis expressam o espírito de seu tempo (Farr et al., 2002) é preciso repensar

¹ Algumas das tecnologias digitais consideradas foram: automação digital; monitoramento e controle remoto da produção; manufatura aditiva; simulação e modelagem virtual; coleta, processamento e análise de grande quantidade de dados; utilização de serviços “em nuvem”; incorporação de serviços digitais ao produto (Internet das Coisas); projetos de manufatura por computador (CNI, 2016).

² Os dados do ranking de setores que mais utilizam tecnologias digitais em processos fabris elaborado pela CNI não foram discriminados por sub-setores, portanto não há informações específicas sobre a indústria de carpetes.

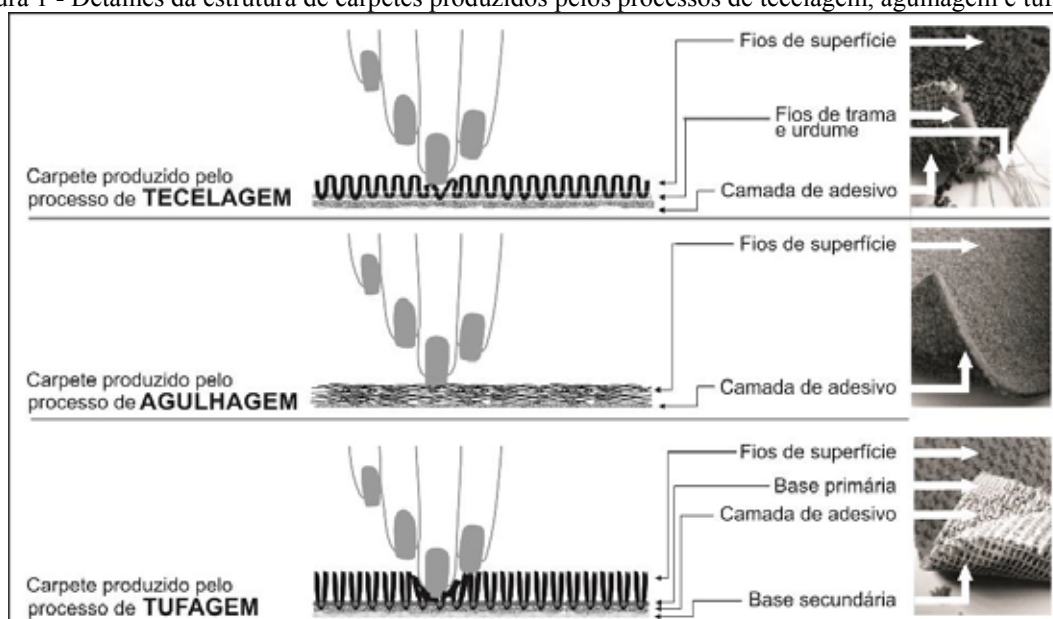
os processos de produção e as matérias-primas utilizados. Esta pode ser uma ocasião favorável ao questionamento estratégico, no qual o design está inserido. Problemas e soluções originários de novas interações entre homens, sistemas, negócios, tecnologias e produtos no setor têxtil mais do que nunca são objeto do design (Bruno, 2016).

A modernização tecnológica exige dos designers novas atitudes e abordagens. Assim, algumas características devem ser observadas na ação projetual do design em um cenário tecnologicamente avançado. São elas: descentralização e cocriação; flexibilização e modularização; intensificação dos processos de personalização; hibridização de produtos e serviços; simulação e virtualização do desenvolvimento de produtos; racionalização de meios e recursos; desenvolvimento e utilização de novos materiais (Hermann et al., 2015; Bruno, 2016). E, sobretudo, é preciso considerar a interação entre o design e outras disciplinas, tais como: engenharia têxtil e dos materiais, química e física, tecnologia da informação e da comunicação. Uma abordagem transdisciplinar permitirá analisar múltiplas causas e efeitos mútuos entre os sistemas tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais de cada campo do conhecimento, bem como das suas interrelações (Bruno, 2016).

Tecnologias dominantes em carpetes

A indústria global de carpetes é dominada por três processos genéricos de fabricação: tecelagem, agulhagem e tufagem (Berman, 1997) ilustrados na figura 1. Eles apresentam semelhanças importantes, como: a utilização de fibras e de fios - o que caracteriza a natureza têxtil de seus produtos (Godsey, 2013); a aplicação de uma camada de adesivo líquido na base para fixar a matéria-prima da superfície (Hall, 1993, Nielson, 2007); a limitada evolução tecnológica nas últimas décadas, restringindo-se a melhorias incrementais nos maquinários, incluindo o desenvolvimento de teares eletrônicos em substituição aos mecânicos (Whitefoot, 2009); as possibilidades variadas de utilização de processos complementares - tingimento e coloração, laminação de base secundária, utilização de aditivos químicos antiestáticos, antimicrobianos e antimanchas (Godsey, 2013). Contudo, também apresentam diferenças que serão apontadas a seguir em uma breve descrição de cada processo.

Figura 1 - Detalhes da estrutura de carpetes produzidos pelos processos de tecelagem, agulhagem e tufagem.



Fonte: elaborada pelos autores.

A tecelagem é o processo mais antigo e, no caso de carpetes, foi aprimorada com a invenção do tear do tipo *Jacquard*, na França do século XIX. Produz carpetes e tapetes semelhantes aos de tecidos de vestuário ou aos de cama, mesa e banho (Hall, 1993). No entanto, além dos fios longitudinais (urdume) e transversais (trama) comuns nos tecidos planos, no carpete existe um terceiro componente: os fios de superfície. Os três tipos de fios são entrelaçados simultaneamente (Hall, 1993). No Brasil, a tecelagem para revestimentos de piso é utilizada fundamentalmente para a fabricação de tapetes (Gomes, 2015; Hermann, 2015).

A agulhagem obtém como produto final um revestimento semelhante ao feltro. Mecanismos que utilizam agulhas em sentidos opostos agrupam fibras individuais, laminando a matéria-prima, que depois é prensada, criando um carpete plano (Willbanks et al, 2015). Com limitações estéticas quanto a desenhos e texturas, os carpetes agulhados são geralmente usados em espaços comerciais de grande tráfego de pessoas, como eventos de curta duração e em veículos, como carros, aviões e ônibus (Godsey, 2013).

Com origens no artesanato tradicional europeu de tapete bordado, a tufagem foi inventada nos Estados Unidos, no século XIX (Deaton, 1993). Desde então, sua trajetória passou por teares manuais, mecânicos e eletrônicos para aplicar tufos (fios que constituem a superfície) em uma base de suporte - de tela ou de não tecido (Hall, 1993 Nielson, 2007). No final dos anos 1990 ainda foram incorporados sistemas de design e de manufatura assistidos por computador; controle individual de agulhas e robótica (Whitefoot, 2009). Neste processo evolutivo, a tufagem se tornou o processo mais eficiente ao conciliar o potencial para produzir variedade estética, elevado padrão de qualidade e custos operacionais baixos (Tamasy, 2010; Nielson, 2007).

Não por acaso, nos Estados Unidos – o maior centro produtor e consumidor de carpetes - a tufagem é o processo hegemônico, com 95% do volume produzido em metros quadrados (Tamasy, 2010). No entanto, no Brasil, em 2015, os carpetes tufados corresponderam a apenas 17% do volume de produção total da indústria em metros quadrados, ficando atrás dos agulhados, que contribuíram com 83% (Abritac, 2015). Porém, a situação brasileira se inverte quando é observado o faturamento em reais: a tufagem representa 71% e a agulhagem, 29%. Na ausência de dados que expliquem essa discrepância, pode-se supor que a posição coadjuvante da tufagem no cenário brasileiro em metros quadrados esteja relacionada a restrições no poder aquisitivo em tempos de crise econômica, uma vez que os carpetes agulhados são os mais baratos do mercado, porém, também associados a mercadorias de limitada durabilidade.

Não é possível abordar processos de fabricação, sem ao menos citar brevemente a força de trabalho envolvida. A produção têxtil tradicional é intensiva em trabalho humano e, no Brasil, ela ocupa grande contingente de trabalhadores. Mas, como uma indústria madura, o emprego industrial tradicional não aparece como opção para jovens e ela tem se apoiado nas capacidades de trabalhadores mais velhos (Bruno, 2016). Isso se deve também a transformações sociais produzidas por programas nacionais de transferência de renda e regimes de cotas universitárias, entre outros fatores. A escassez de mão de obra qualificada é uma questão crítica para indústria têxtil em geral e a carência de operadores pode ser um estímulo à automação e à robotização industrial mesmo onde ainda há mão de obra barata (Bruno, 2016). Este cenário quanto à mão de obra também é identificado na indústria têxtil especializada em carpetes e tapetes (Gomes, 2015; Hermann, 2015).

Retomando a questão dos processos de manufatura, métodos mais eficientes foram importantes para transformar o carpete em um produto de consumo de massa, mas não

somente. A utilização de matérias-primas provenientes da indústria petroquímica - ao manter a oferta estável, ao oferecer baixo custo e ao propiciar a evolução dos atributos estéticos e práticos – também foi fundamental para a expansão do carpete no mercado de revestimentos de piso (Godsey, 2013). Contudo, como as matérias-primas apresentam variações de acordo com o processo de fabricação empregado, optou-se por detalhar aquelas utilizadas na tufagem, já que ela é o processo dominante internacionalmente e também possui participação de mercado significativa no mercado nacional. Sendo assim se destacam: as fibras de superfície, as telas de suporte e os adesivos.

As fibras são fortes, porém flexíveis e transferem as suas propriedades aos bens manufaturados nos quais estão inseridas (Ashby e Johnson, 2011). Na tufagem, as fibras de polímeros sintéticos são as mais utilizadas (Nielson, 2007; Fletcher e Grose, 2011). Entre todas as alternativas, a poliamida é líder mundial porque apresenta recuperação elástica superior, que se manifesta no carpete como resistência ao amassamento, mas também porque é resistente à abrasão, à sujeira, a micro-organismos e a manchas; além de apresentar facilidade de tingimento (Chaudhuri e Bandyopadhyay, 2009). Desde os anos 1940 - quando foram desenvolvidas as fibras sintéticas – a evolução na área ficou restrita a inovações incrementais, exceto pelo desenvolvimento da Polilactida (Colchester, 2007). Ela é uma fibra derivada de plantas, animais ou micro-organismos, cuja relevância se encontra no potencial de proteção ambiental, uma vez que é renovável, biodegradável e reciclável (Nielson, 2007; Dent e Sherr, 2014). No entanto, sua importância comercial ainda é relativa, pois há pouca informação sobre o seu desempenho e há falta de confiança em relação à oferta em escala industrial e global (Whitefoot, 2009).

Além das fibras, a tufagem pressupõe a utilização de base primária, cujo principal propósito é fornecer uma estrutura para a aplicação dos tufo, e de base secundária, cuja função básica é fornecer estabilidade dimensional ao produto final (Hall, 1993). Ambas são compostas geralmente de tela biaxial – com trama e urdume – ou de não tecido, respectivamente de polipropileno e poliéster, porque apresentam resistência à água e a micro-organismos (Nielson, 2007). Para concluir, cabe ao adesivo permitir a fixação das diversas camadas sobrepostas do carpete tufado. A substância predominante é o elastômero butadieno-estireno devido as suas propriedades técnicas e ao seu nível de preço (inferior ao de qualquer material alternativo). Porém, o acetato de etilvinilo (EVA) se apresenta como uma opção quando o diferencial em foco não é o preço, mas a qualidade do ar interno, uma vez que reduz o nível de emissão de compostos orgânicos voláteis (COVs).

Na indústria de carpetes não se percebe mudanças tecnológicas significativas, uma vez que os processos dominantes – tufagem, tecelagem e agulhagem – estão relacionados com as origens centenárias deste setor; e que os materiais utilizados na fabricação de seus produtos, principalmente os fios de superfície mais utilizados, foram desenvolvidos há mais de 70 anos. Sendo assim, se a tecnologia é considerada uma das principais impulsionadoras dos progressos nesta indústria, pode residir neste aspecto uma das causas da crise em que ela se encontra. Exceto pelo aperfeiçoamento de processos existentes e pela criação de bioplásticos, as inovações foram limitadas e o desenvolvimento de produto ficou restrito à diferenciação de atributos estéticos. Neste caso, pode-se inferir que materiais e processos de outras indústrias podem ser transformar em importantes fontes de inovação.

Estratégias emergentes para inovar em materiais têxteis

Inovar é fundamental no momento em que o futuro da indústria de carpete depende fortemente da capacidade dos seus fabricantes enfrentarem os desafios de um setor maduro e

buscarem novas vantagens competitivas. Uma das formas de se afastarem da fabricação dos produtos tradicionais e das tecnologias padronizadas é por meio da convergência de conhecimentos de áreas diversas e da colaboração entre pesquisadores de diferentes indústrias, como a eletrônica e a química (Noor-evans et al., 2009). A experimentação na integração entre o setor têxtil e os não têxteis é essencial para o desenvolvimento de competências voltadas para construção de uma indústria adequada às demandas e parâmetros do século XXI. Fibras e fios, com suas formas longilíneas deverão permanecer como unidade estrutural têxtil nos próximos anos, mas novos materiais híbridos serão capazes de impulsionar significativas transformações nos sistemas de manufatura (Bruno, 2016).

Novas estratégias para incorporar inovação aos materiais têxteis são identificadas em produções de pequena escala, em protótipos, em projetos conceituais ou, ainda, em produtos comerciais lançados para nichos de mercado. Elas têm possibilitado o surgimento de inovações sem precedentes e sinalizam o surgimento de novas funções para os têxteis, inclusive, em aplicações para o design de interiores. Os materiais transcendem os atributos estéticos tradicionalmente associados aos têxteis e ganham propósitos multifuncionais, a partir, por exemplo, da incorporação de componentes eletrônicos e do uso da nanotecnologia (Beylerian e Dent, 2007; Dent e Sherr, 2014).

É importante ressaltar que, nesta seção, optou-se por ampliar o escopo, indo além da indústria de carpete, incorporando à investigação a indústria têxtil de modo geral, englobando têxteis para vestuário, veículos, arquitetura e design de interiores. Assim, os tópicos a seguir apresentam referências de materiais têxteis de modo geral e, quando encontradas, apontam iniciativas associadas especificamente ao carpete. Neste contexto, é utilizada uma definição abrangente do termo “têxtil”, e envolve: não tecidos, membranas, malhas, aglomerações de fibras e tecidos compostos, entre outros (Castle, 2006).

Incorporação de componentes eletrônicos

Progressos nas tecnologias têxtil, eletrônica e da computação permitiram a criação de novos materiais chamados têxteis eletrônicos, têxteis inteligentes e, ainda, eletrônicos vestíveis, no caso de roupas (Bruno, 2016). Eles percebem os estímulos externos, oriundos de fontes mecânicas, térmicas, químicas, elétricas, magnéticas ou respondem aos estímulos de forma programada (Colchester, 2007). Estes materiais – passivos ou ativos - assumem funções que vão além do propósito convencional dos têxteis: transmitem energia; conectam-se e se comunicam com outros dispositivos; incorporam detecção, regulação e mudanças de temperatura, de umidade, de permeabilidade, de cor e de forma (Shaul e Tinero, 2006; GVR, 2014; Anwar, 2014; Dent e Sherr, 2014).

Os têxteis eletrônicos precisam conter dispositivos de recepção e de transmissão, incorporando eletrônicos a fibras e revestimentos (Anwar, 2014; Dent e Sherr, 2014), mas existem graus diferentes de incorporação. No nível mais básico, os componentes têxteis e eletrônicos são percebidos separadamente, isto é, o revestimento proporciona estrutura e proteção para o sistema³, mas não executa nenhuma função eletrônica (Wilson e Teverovsky, 2011). No nível mais avançado, há uma convergência entre os materiais: por exemplo, ao bordar circuitos eletrônicos nos tecidos (Anwar, 2014) ou, de modo ainda mais sofisticado, ao usar estruturas fibrosas nas quais os materiais condutores e semicondutores são integrados

³ Um sistema típico é composto por uma entrada, como um interruptor ou um sensor; um circuito computacional; vias de transmissão entre os componentes; uma saída; LED, display ou antena de transmissão; uma fonte de energia e uma embalagem (Wilson e Teverovsky, 2011).

diretamente aos substratos têxteis como apresentado na figura 2 (Wilson e Teverovsky, 2011). No último caso, devido à complexidade técnica da integração dessas funcionalidades em uma fibra têxtil, há poucos exemplos bem-sucedidos de desenvolvimento (Bruno, 2016).

Aplicados a revestimentos residenciais - de parede, de piso e de janelas, em roupas de cama, mesa e banho – assim como em estofados de automóveis e em vestuário, os têxteis eletrônicos são leves e flexíveis, além de oferecerem comodidade térmica (Frumkin e Weiss, 2012). Ainda são considerados como propostas - projetos experimentais ou aplicações comerciais em nichos de mercado – contudo, apresentam resultados promissores: detectam presença; monitoram a saúde dos usuários (Quinn, 2013); se adaptam a necessidades individuais, como tamanho e peso do usuário; possibilitam novos efeitos decorativos e interativos (Büsgen, 2011); conectam pessoas e permitem a comunicação à distância (Raffle et al., 2004).

Figura 2 – À esquerda: detalhe de roupa integrada à telefonia móvel por meio de dispositivos eletrônicos e fios condutores incorporados ao tecido.

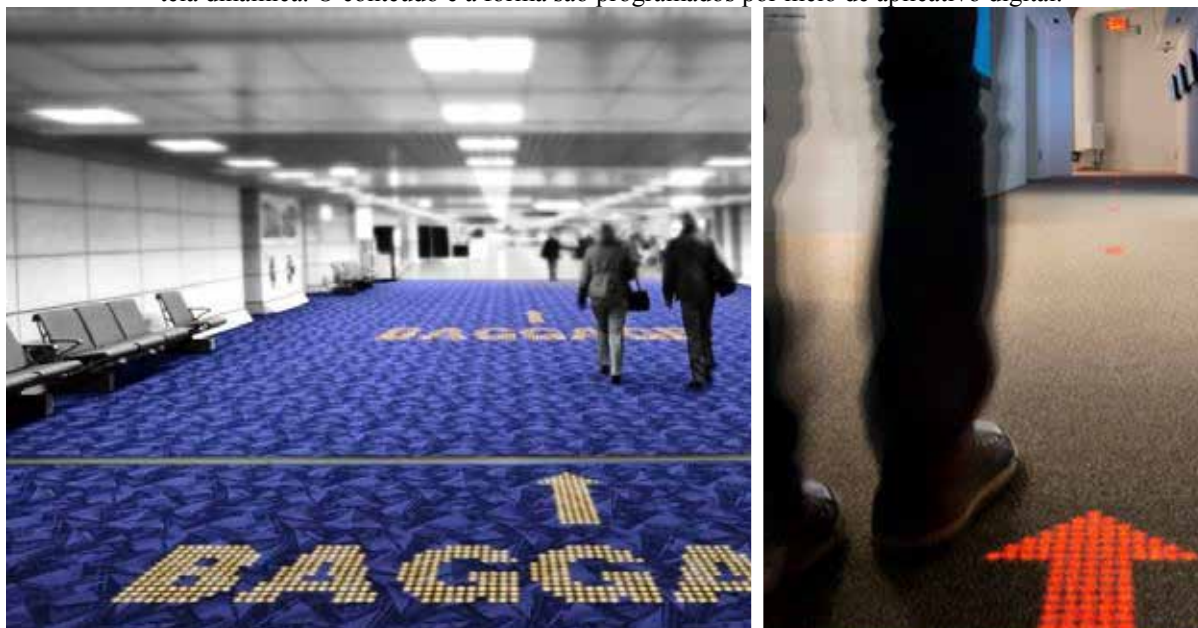
À direita: mochila complementa o equipamento de segurança do ciclista, que aciona um *joystick* e traduzidos os movimentos para um display de diodos emissores de luz (LED) embutido no tecido.



Fonte: Google, 2015; David, 2012.

Em carpetes, a inclusão de LEDs nas suas estruturas construtivas permite emitir luz e agregar novas possibilidades a uma função tradicional: a segurança (Luiken, 2009). No piso, eles sinalizam, orientam, comunicam, detectam o movimento dos usuários, identificam diferentes marchas, registram cadências individuais, monitoram percursos, notificam quedas e períodos de inatividade, reconhecem o movimento de pessoas com deficiências. Ainda não existem versões comerciais para uso doméstico, mas podem ser encontrados protótipos e produtos em pequena escala de produção para espaços corporativos e hoteleiros (Sophy, 2011), aeronaves (Frumkin e Weiss, 2012) e ambientes hospitalares (Quinn, 2011), como demonstra a figura 3.

Figura 3 – À esquerda e à direita, exemplos de sistema de LED integrado ao carpete transforma o piso em uma tela dinâmica. O conteúdo e a forma são programados por meio de aplicativo digital.



Fonte: Philips, 2014.

Os principais desafios para o crescimento comercial dos têxteis eletrônicos vão além da necessidade de aumentar escala e de reduzir custos. Estão relacionados, por um lado à tradição e, por outro, à inovação (Wilson e Teverovsky, 2011). Estes materiais precisam conciliar os atributos têxteis familiares aos usuários, porém, demandam seleção e desenvolvimento de componentes que viabilizem a reação prevista do produto aos estímulos projetados. O desenvolvimento de fibras adequadas ao uso humano - sobretudo no vestuário – devem preservar suas características morfológicas e estéticas, bem como suas propriedades associadas à resistência, durabilidade, elasticidade, flexibilidade, comodidade e praticidade (Noor-evans et al., 2009; Bruno, 2016). No entanto, tais fibras também devem incorporar as propriedades inerentes aos artefatos eletrônicos e à portabilidade, preferencialmente gerando soluções de continuidade entre as estruturas têxteis e os dispositivos. Porém, atribuir funções eletrônicas a estruturas fibrosas, porosas e deformáveis, e ao mesmo tempo preservar essas funções durante é um desafio (Bruno, 2016). Requer pesquisa para o aperfeiçoando da tecnologia sem fio, para miniaturização dos componentes eletrônicos (processadores e fontes de alimentação), para o desenvolvimento de polímeros condutores (Wilson e Teverovsky, 2011); e ainda, demanda a definição de normas e certificações (GVR, 2014).

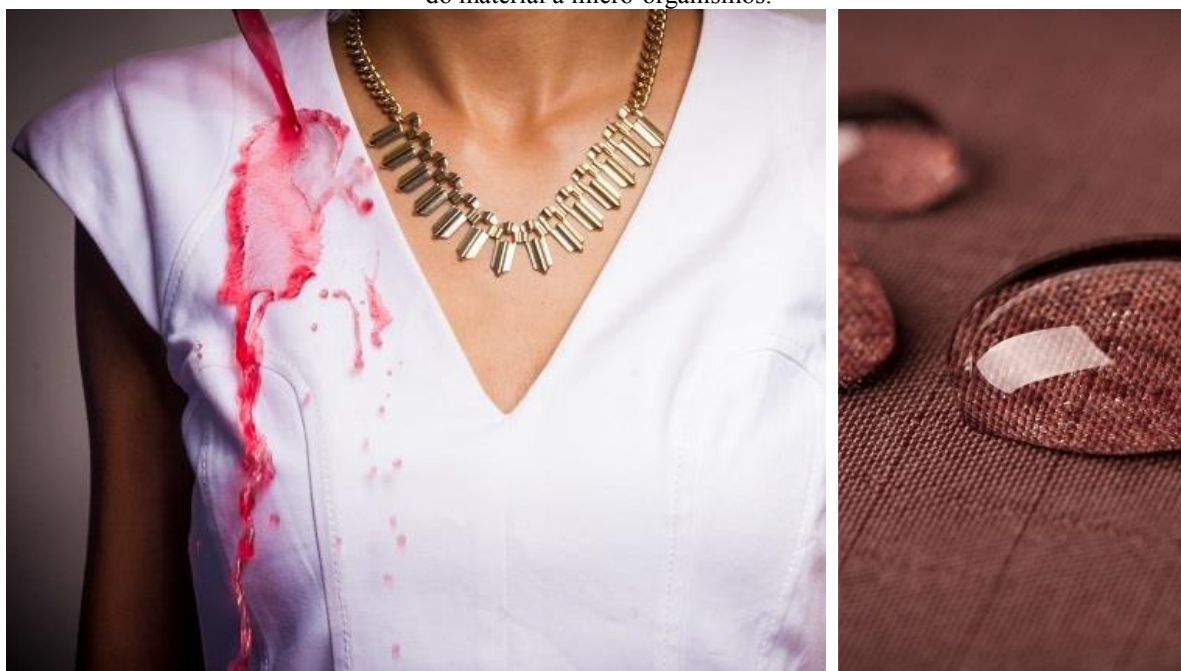
Nanotecnologia

A habilidade de manipular materiais no nível molecular para controlar as suas propriedades e, conseqüentemente, o seu desempenho, ainda é possível somente na natureza, mas podem ser observados progressos significativos, como resultado de pesquisas em nanotecnologia (Beylerian e Dent, 2007). Em escala “nanométrica”, muitas propriedades fundamentais da química e da física mudam radicalmente. Seu potencial é reconhecido especialmente em têxteis projetados para uso militar, médico, esportivo e aeronáutico, porque neles geralmente se privilegia o desempenho, em detrimento do custo (Noor-evans et al., 2009). A nanotecnologia é o estudo da manipulação da matéria numa escala atômica e molecular, que lida com estruturas e materiais de dimensões inferiores a 100 nanômetros,

ressaltando que um nanômetro corresponde a um milionésimo de milímetro. Exemplificando, um nanômetro está para o diâmetro de uma bola de futebol, assim como a moeda de um centavo de real está para o diâmetro da Lua. A nanotecnologia é uma das mais importantes áreas de pesquisa na ciência dos materiais e os produtos gerados por ela têm varias aplicações em diversas áreas, inclusive no design de interiores (Brown e Farelly, 2014).

A adoção da nanotecnologia no setor têxtil promete não alterar as propriedades originais dos materiais, como o toque agradável das fibras (Dent e Sherr, 2014), mas indica ser capaz de, tanto aperfeiçoar produtos tradicionais, quanto de desenvolver materiais radicalmente inovadores. Inovações incrementais associadas ao têxtil incluem: retardância à chama (Dent e Sherr, 2014); absorção e repelência de materiais como água e óleo, coexistindo no mesmo produto como ilustrado na figura 4; resistência ao desbotamento (Noor-evans et al., 2009); aumento da comodidade das fibras sintéticas e adição de resistência às fibras naturais (Costa et al., 2011). Inovações radicais envolvem: miniaturização de dispositivos eletrônicos; absorção de odores e liberação contínua e prolongada de substâncias químicas, como medicamentos e fragrâncias; pigmentação sem corantes; alteração do comportamento cromático em decorrência de estímulos, como luz e calor; resistência a manchas e a vincos; autolimpeza; bloqueio de raios ultravioleta; proteção contra micro-organismos e controle da temperatura corporal (Noor-evans et al., 2009; Frumkin e Weiss, 2012; Bruno, 2016). Tudo isso, basicamente, através de três processos: aplicação de “nanopartículas” em tecidos; encapsulamento de agentes funcionais antes da fiação ou dos processos de acabamento dos fios; impressão de “nanomateriais” juntamente com pigmentos na superfície dos têxteis (Noor-evans et al., 2009).

Figura 4 – À esquerda: nanopartículas revestem tecido e geram efeito hidrófobo. À direita: detalhe de tecido pulverizado com nanopolímeros, que ao repelir água e óleo, aumentam a resistência do material a micro-organismos.



Fonte: Hunter, 2014.

Especificamente, na indústria de carpetes, as aplicações da nanotecnologia ainda são limitadas, mas as poucas iniciativas são promissoras. O uso de “nanomateriais”, além de

aumentar as resistências à eletricidade estática, à tração, a micro-organismos e a chamas, promete converter desvantagem em benefício, quando associado à higienização (Luiken, 2009). Isso ocorre por meio da aplicação de acabamentos superficiais no carpete, que dificultam a penetração de partículas de sujeira no interior da fibra, portanto, permitem que sejam removidas mais facilmente. Ao resistir à sujeira e a manchas, os carpetes podem conservar a aparência de novo por mais tempo, ampliando o ciclo de vida do produto (Dent e Sherr, 2014).

São muitas as perspectivas para a nanotecnologia se consolidar como uma estratégia de inovação no setor têxtil, especialmente no que se refere a tingimento conforme apresentado na figura 5. “Nanomateriais” permitem o tingimento em lotes de produção mais eficientes e tornam os materiais têxteis mais resistentes ao desbotamento e ao esmaecimento da cor por estiramento do tecido, como ocorre nos processos de tingimento por sublimação (Bruno, 2016). Estes processos de tingimento também reduzem o impacto ambiental. A nanotecnologia contribui para o desenvolvimento de produtos sustentáveis ecologicamente através da redução de consumo de água, de energia e de produtos químicos; (Costa et al., 2011). Porém, ainda existem fatores críticos a serem considerados para sua difusão: aumento de escala e redução de custo; maior integração do conhecimento de diversos campos, como física, química, engenharia e biologia; investigação sobre possíveis efeitos adversos dos “nanomateriais” em relação à saúde humana e à segurança do meio ambiente (Noor-evans et al., 2009).

Figura 5 – À esquerda: vestido produzido com tecido que imita – sem o uso de pigmentos - o efeito iridescente das asas azuis de uma espécie de borboleta. À direita: detalhe da asa do inseto que inspirou o projeto que integra biomimética e nanotecnologia.



Fonte: O'Mahony, 2011.

Considerações finais

O Design Estratégico e a combinação de dois tipos de pesquisa - uma com foco no contexto e na análise de processos e materiais do setor têxtil e de carpetes, assim como outra,

com foco em tendências e na observação de sinais vindos de outras indústrias e suas tecnologias - permitiram refletir sobre as circunstâncias atuais e inferir sobre possibilidades futuras. As evidências obtidas acerca da situação da indústria têxtil especializada em carpetes - sob o ponto de vista tecnológico - confirmam a imagem de um setor tecnologicamente limitado e fortemente voltado para a produção industrial de larga escala. As tecnologias dominantes - produtos e processos tradicionais - são maduras, padronizadas, limitadas a inovações incrementais e incorporam parcialmente as tecnologias digitais de produção valorizadas pelo novo cenário tecnológico. Do mesmo modo, as promissoras estratégias emergentes para inovar em materiais têxteis - incorporação de componentes eletrônicos e nanotecnologia - ainda estão mais no campo aspiracional do que na realidade de mercado no que se refere a materiais têxteis em geral e, sobretudo, a carpetes. Isso porque estas novas configurações ainda aparecem em experimentos e em escalas produtivas reduzidas.

Mas se a defasagem tecnológica na indústria têxtil em geral e, principalmente na indústria de carpetes é expressiva, as oportunidades de geração de valor ao adotar estratégias para inovar por meio da hibridização de indústrias são consideráveis. O uso compartilhado de tecnologias produtivas exógenas possui potencialidade para provocar mudanças estruturais nas indústrias, exigindo reflexões estratégicas sobre o que transcende o campo de atuação tradicional de determinado setor, sobre as novas possibilidades de geração de valor conjunto e sobre o que tudo isso acarreta para o design.

Quanto à indústria de carpetes, pode-se especular como se poderia projetar um produto inovador considerando as tecnologias dominantes. Assim como, levando em conta as estratégias emergentes, pode-se perguntar em que o carpete pode se transformar. Tais conjecturas são relevantes para a indústria brasileira avaliar a posição estratégica que deseja ocupar na cadeia de valor nacional e global. Para o setor têxtil em geral, fibras e fios provavelmente deverão permanecer como unidade constitutiva básica por mais algum tempo. Contudo, não se pode prever quanto. Experiências inovadoras orientadas para o desenvolvimento de novos processos e de materiais híbridos sugerem ser capazes de alterar profundamente o conceito de produtos têxteis e, possivelmente, propiciar o surgimento de modelos de negócios alternativos. Neste sentido, parcerias intersetoriais apontam para a construção de benefícios mútuos, tanto para a indústria têxtil quanto para as outras envolvidas. Isso devido às possibilidades existentes na convergência de conhecimentos e capacidades essenciais à ação estratégica em novos ambientes competitivos.

Implicações para o design também são percebidas. No escopo restrito da ênfase em design de produto, a área de atuação se expande e o conhecimento de novos materiais e processos muda a forma como as atividades projetuais são realizadas. Ao transcender a especialização em excesso e experimentar a integração com as mais diversas indústrias surgem perspectivas para o desenvolvimento de soluções que extrapolam melhorias pontuais e favorecem a inovação radical. Já para o design no escopo amplo e estratégico, descortinam-se oportunidades ao demonstrar o modo de contribuição para indústrias maduras. Etapas anteriores ao processo de projeto propriamente dito propiciam o confronto de visões divergentes e constroem espaços de crítica e reflexão, fundamentais para a inovação em ambientes organizacionais caracterizados por práticas consolidadas, porém obsoletas.

O tema é complexo e extenso, suscitando a realização de novos estudos. Ainda no âmbito da modernização tecnológica da indústria têxtil, especialmente a de carpetes, pesquisas futuras serão úteis ao abordar: outras estratégias para inovar, como biotecnologias e tecnologias digitais de manufatura aditiva; mas, também, ao incorporar outra dimensão - a sustentabilidade ambiental. Afinal, novos materiais podem alterar a dinâmica de produção e o

impacto ecológico. O tema também é instigante, pois a hibridização entre indústrias é uma estratégia a ser considerada devido ao seu potencial criativo. Materiais híbridos serão projetados para atender novas demandas e as limitações possivelmente estarão relacionadas à capacidade de investimento das empresas, à aceitação dos consumidores e à imaginação dos designers.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE TAPETES E CARPETES. **Dados econômicos 2012 e 2015**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.abritac.org.br/perfil-do-setor/>>. Acesso em: 9 mar. 2017.

ANWAR, S. **Manufacturing of electronic textile**. Fibre to Fashion, New Delhi, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.fibre2fashion.com/industry-article/50/4933/manufacturing-of-electronic-textile1.asp>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

ASHBY, M.; JONHSON, K. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BERMAN, A. **The complete book of floors**. London: Frances Lincoln, 1997.

BEYLERIAN, G. M.; DENT, A. **Ultramaterials: how materials innovation is changing the world**. London: Thames e Hudson, 2007.

BROWN, R.; FARRELLY, L. **Materiais no design de interiores**. São Paulo: Gustavo Gili, 2014.

BRUNO, F.S. **A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de futuro para 2030**. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016.

BÜSGEN, A. **New product development in interior textiles**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011.

CASTLE, H. **Architecture + Textiles = Architextiles**. In: _____. *Architextiles*. London: Wiley, 2006.

CHAUDHURI, S. K., BANDYOPADHYAY, S. **Structure and properties of carpet fibers and yarns**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009.

COLCHESTER, C. **Textiles today: a global survey of trends and traditions**. London: Thames e Hudson, 2007.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira**. Brasília: CNI, 2016.

COSTA, A. C. R. et al. **Inovação nos setores de baixa e média tecnologia**. BNDES Setorial, Brasília, n. 33, p. 379-420, 2011.

DAVID, C. (Org.) **Futuro Textiles: surprising textiles, design & art**. Oostkamp: Stichting Kunstboek, 2012.

DEATON, T. M. **Bedspreads to broadloom: the story of the tufted carpet industry**. Acton: Tapestry Press, 1993.

DENT, A. H.; SHERR, L. **Material innovation: product design**. London: Thames e Hudson, 2014.

FARR, C. et al. **Contemporary rugs: art and design**. London: Merrell Publishers, 2002.

FLETCHER, K., Grose, L. **Moda e Sustentabilidade: design para mudança**. São Paulo: Ed. Senac, 2011.

FRUMKIN, S.; WEISS, M. **Fabrics and new product development**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2012.

GODSEY, L. **Interior Design Materials and Specifications**. New York: Fairchild, 2013.

GOMES, G. **Guilherme Gomes**: depoimento [fev. 2015]. Entrevistador: M. Bergmann. São Paulo, 2015.

GOOGLE. **Project Jacquard**. Mountain View, 2015. Disponível em: <<https://atap.google.com/jacquard/>>. Acesso em: 23 mai. 2016.

GRAND VIEW RESEARCH. Smart textiles market analysis and segment forecasts to 2020. San Francisco: GVR, 2014. Disponível em: <[http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/smart-textiles-industryHomeSmart textilesSmart Textiles Market Analysis and Segment Forecasts To 2020](http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/smart-textiles-industryHomeSmart%20textilesSmart%20Textiles%20Market%20Analysis%20and%20Segment%20Forecasts%20to%2020)>. Acesso em: 12 out. 2014.

HALL, W. R. **Contract Interior Finishes: a handbook of materials, products and applications**. New York: Whitney Library of Design, 1993.

HERMANN, M. et al. **Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review**. Dortmund: Technische Universität, 2015. Disponível em: <<http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4-0-Scenarios.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

HERMANN, R. J. **Roberto James Hermann**: depoimento [fev. 2015]. Entrevistador: M. Bergmann. São Paulo, 2015.

HUNTER, B. (Ed.). **Nano coatings for textiles and nonwovens: the future is now**. Innovation in Textiles, Nottingham, 2014. Disponível em: <<http://www.innovationintextiles.com/nano-coatings-for-textiles-and-nonwovens-the-future-is-now/>>. Acesso em: 9 mar. 2017.

LUIKEN, A. **A new future for carpets**. Wierden: Texpress, 2009.

MARIOTTI, C. E. **Evolução do consumo brasileiro de revestimentos de pisos para ambientes internos**. São Paulo: Abiplar, 2013.

NIELSON, K. J. **Interior Textiles: fabrics, application e historic style**. Hoboken: Wiley, 2007.

NOOR-EVANS, F. et al. **Nanotechnology innovation for future development in the textile industry**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009.

O'MAHONY, M. **Advanced textiles for health and wellbeing**. London: Thames & Hudson, 2011.

PHILIPS. **Luminous carpet**. Eindhoven, 2014. Disponível em: <<https://www.luminous-carpets.com/usa/how-it-works>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

QUINN, B. **Textile Visionaires: innovation and sustentainability in textile design**. London: Laurence King, 2013.

_____. **Design futures**. London: Merrell, 2011.

RAFFLE, H. et al. **Super Cilia Skin: a textural interface**. *Textile*, v. 2, n. 3, p. 1–19. London: Berg, 2004. Disponível em: <<http://tmg-trackr.media.mit.edu:8020/SuperContainer/RawData/Papers/342-Super%20Cilia%20Skin%20A/Published/PDF>>. Acesso em: 17 out. 2014.

SHAUL, O. E.; TINERO, D. **Tate in space**. In: CASTLE, H. (Org.). *Architextiles*. London: Wiley, 2006.

SCALETSKY, C. C. et al. **Reflexões sobre design estratégico**. In: SCALETSKY, C. C. (Org.). *Design estratégico em ação*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2016.

SOPHY, J. **LED carpeting may light the way to the future**. Naples: Small Business Trends, 2013. Disponível em: <<http://smallbiztrends.com/2013/12/led-carpet-light.html>>. Acesso em: 20 out. 2014.

TAMASY, R. J. **Tufting legacies: the story of the men who revolutionized the carpet industry**. Bloomington: iUniverse, 2010.

WHITEFOOT, D. **Carpet types and requirements**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009.

WILLBANKS, A. et al. **Textiles for residential and commercial interiors**. New York: Bloomsbury, 2015.

WILSON, P.; TEVEROVSKY, J. **New product development for e-textiles: experiences from the forefront of a new industry**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011.

Douglas Perreira, Jamille Lanutti, Luis Carlos Paschoarelli, Olympio Pinheiro *

Comparação de técnicas de prototipagem tradicional manual e sua importância para o design



Douglas Daniel Pereira

Doutorando; UNESP

<dougdanielpereira@gmail.com>

Jamille Noretza de Lima Lanutti

Doutoranda; UNESP

<jamille_lanutti@hotmail.com>

Luis Carlos Paschoarelli

Professor Livre Docente; UNESP

<paschoarelli@faac.unesp.br>

Olympio José Pinheiro

Professor Doutor; UNESP

<holihn@uol.com.br>

Resumo O Design é uma atividade muito ampla, que consiste em criar produtos, objetos que em seguida serão fabricados e comercializados. Dentro desse processo de criação existe uma etapa imprescindível que é a utilização de modelos e protótipos, que podem ser confeccionados nos mais diferentes tipos de técnicas e materiais. Assim esse trabalho tem como objetivo comparar diversas técnicas de prototipagem tradicional executadas manualmente, utilizando e classificando variadas técnicas e materiais, levando em consideração critérios como Custo, Tempo de execução e Nível de dificuldade, elegendo para isso um produto (embalagem) que servirá de exemplo a fim de gerar comparações entre os modelos desenvolvidos.

Palavras chave Design, Modelagem, Modelos, Protótipos.

Comparison of traditional manual prototyping techniques and their importance to design

Abstract Design is a very broad activity, which consists of creating products, objects that then will be manufactured and marketed. In this setting process there is a step that is essential to use models and prototypes can be made in many different kinds of techniques and materials. Thus, this study aims to compare the various traditional prototyping techniques performed manually, using and classifying the various techniques and materials, taking into account criteria such as cost, implementation time and level of difficulty, choosing for this a product (packaging) that serve as an example to generate comparisons between the developed models.

Keywords Design, Modeling, Models, Prototyping.

1. INTRODUÇÃO

O Design é um elemento fundamental no desenvolvimento de produtos e sistemas e deve sempre buscar durante o desenvolvimento de projetos ferramentas, técnicas e materiais que o auxiliem na busca por Inovação.

Para isso, durante o processo, o designer faz uso de modelos e protótipos que nada mais são do que a materialização de ideias que o auxiliam durante o projeto, pois os protótipos permitem a interação não só com a equipe de projeto, mas também com o usuário. Isso faz com que menos erros sejam cometidos ao longo do processo de desenvolvimento, pois ao construir um modelo o designer tem a possibilidade de testar aquela ideia ou forma e corrigir qualquer eventual erro em qualquer fase do projeto.

Para a construção desses modelos e protótipos os designers fazem uso de diversos materiais que facilitam e auxiliam a materialização de suas ideias. Materiais esses que vão desde os mais simples e rudimentares, como papéis e cola, até os mais atuais e sofisticados.

Assim a comunicação entre o Design e as outras áreas do conhecimento, associadas a esses materiais e tecnologias, se transformam em uma estratégia poderosa para o desenvolvimento de produtos e sistemas.

Logo, o conhecimento dos diferentes tipos de modelos e de sua produção é de grande relevância ao Design. Desta forma, este trabalho tem como objetivo comparar as diversas técnicas de prototipagem tradicional executadas manualmente, levando em consideração critérios como Custo, Tempo de execução e Nível de dificuldade, afim e gerar reflexão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito de Design

O Design é considerado um fenômeno do século XX, que surgiu progressivamente com os primórdios da Revolução Industrial, a qual despontou as funções de criação, produção e venda. Antes a fabricação era concentrada apenas em modelos artesanais, mas com as mudanças históricas, políticas, econômicas, sociais e o rápido progresso da tecnologia, a evolução das funções dos produtos – que antes era ligada a descobertas em uma produção unitária ou em pequenas séries – deu início a uma tentativa de unir arte e indústria (CARDOSO, 2008).

Segundo Relvas (2002) o termo design deve ser entendido como o processo e o seu resultado, é muitas vezes descrito, como o processo de transformar as ideias em coisas materiais.

O sucesso do design é substancialmente suportado pela capacidade de permitir que o fabricante diferencie seu produto para além da tecnologia, criando além de formas inovadoras um produto que satisfaça o seu usuário em todos os sentidos.

A atividade do designer está ligada ao desenvolvimento de um produto e sua respectiva produção com o intuito de criar produtos que sigam e preconizem novos estilos, integrem novas tecnologias, promovam a evolução e a criação de novos mercados. O design também se constitui como parte integrante e inseparável da inovação e pode contribuir para o aumento da inovação e o progresso, diversificação da inovação e a modernização e remodelação, inovação radical e as novas capacidades e produtos (RELVAS 2002).

Assim é visível a importância do design no desenvolvimento de novos produtos e tecnologias, bem como para contribuir de maneira significativa para a melhoria de projetos já existente, pois o mesmo associado às técnicas de prototipagem que auxiliam na descoberta de possíveis problemas, colaborando para o desenvolvimento de produtos que atendam às necessidades dos usuários.

2.2 Protótipos e sua importância

O termo protótipo possui diferentes significados e em design permite o uso de diversas nomenclaturas, dependendo da área e da etapa do desenvolvimento do projeto. Podendo partir de um simples modelo com materiais comuns, até a configuração do produto em sua escala real com o mesmo material, acabamento e funcionalidade.

O termo protótipo, que vem do grego *prototypus* (*proto* = primeiro, *typus* = tipo), ou seja, é o primeiro do seu tipo em representações de uma peça ou produto.

Segundo Baxter (1998), no processo de design de produtos, a palavra protótipo se refere a dois tipos de representação: (1) no sentido mais preciso, refere-se à representação física do produto que será produzido industrialmente, (2) no sentido mais lato, refere-se a qualquer tipo de representação física construída com o objetivo de realizar testes físicos.

Alcoforado (2014) afirma que genericamente diversos autores em todo o mundo se dirigem as etapas de representação das características físicas de um produto ou sistema através do termo prototipagem, dividindo-os de acordo com o nível de fidelidade (baixa, média e alta fidelidade).

Segundo Chrissis et al. (2003) o protótipo seria um tipo preliminar do aspecto físico ou funcional do produto, servindo como modelo tanto para as fases posteriores do projeto – onde há a necessidade de testar funcionalidade – quanto para as fases iniciais auxiliando e corrigindo qualquer eventualidade do produto.

Segundo Ulrich e Eppinger (1995) o protótipo é definido como uma aproximação do produto ao longo de uma ou mais dimensões de interesse. Baseado nesta definição, um protótipo pode ser visto como uma entidade que exhibe algum aspecto do produto de interesse do pessoal de desenvolvimento.

Por sua vez Santos (1999 apud VOLPATO et al. 2007) define protótipo como qualquer modelo tridimensional físico de uma peça, componente, mecanismo ou produto que se realiza antes da sua industrialização, com a finalidade de validar todas ou algumas de suas características estabelecidas no projeto. Os requisitos impostos aos protótipos com relação à estabilidade mecânica (resistência, elasticidade, dureza, etc.), térmica e química do componente estão limitados àqueles necessários para o propósito de teste funcional.

Martins (2010) afirma que os protótipos podem ser utilizados para representar um produto por completo ou até uma peça ou um componente isolado, e é uma ferramenta fundamental no desenvolvimento de um projeto ou produto, pois os modelos tridimensionais físicos são meios de representação utilizados em várias fases do desenvolvimento do produto, não só como auxiliares, mas como peças fundamentais na concepção de artefatos tridimensionais.

A utilização de protótipos nas etapas de desenvolvimento de um produto pode ser complementada com outros meios de avaliação, contribuindo para o estudo e a definição dos aspectos físicos e funcionais do produto a ser desenvolvido.

Segundo Santos (2006), o uso de modelos tridimensionais nos projetos se intensificou a partir de 1960 em estudos de simulação nas áreas da aviação e estudos espaciais, assim como na indústria automobilística.

Para Martins (2010) esses modelos são elementos importantes na tradução de informação bidimensional para um formato que permite ao designer outra compreensão da relação entre os vários componentes e a forma do novo produto.

De acordo com Forti (2005) conforme as ideias e conceitos amadurecem em um projeto, a necessidade de avaliá-lo de uma forma mais confiável se torna necessária e os modelos tridimensionais trazem aos espectadores uma visão mais próxima do que será o produto final. Não sendo necessário imaginar a forma volumétrica do conceito.

Martins (2010) afirma que na fase conceitual, os designers não ambicionam representações do produto final, utilizando modelos para demonstrar ideias, conceitos e eventualmente a sugestão do seu funcionamento. Através deles, poderão descobrir áreas que necessitam ser melhoradas e realizar mudanças inesperadas de falhas que não foram detectadas na idealização ou nos estudos bidimensionais realizados.

Junto a isso é adicionado à utilização de representações físicas do produto (tais como maquete, modelo, mock-up, protótipo) que são essenciais no processo de entendimento rápido dos requisitos do produto por todos os envolvidos em cada etapa de seu desenvolvimento (VOLPATO et al., 2007).

Assim, pode-se dizer que, o uso de modelos é de grande importância para a prática do Design durante as várias etapas metodológicas de desenvolvimento de produto.

2.3 Modelagem tradicional manual e Design

A Construção de protótipos e modelos através da modelagem tradicional manual é extrema importância para o Design, pois permite que os profissionais durante as fases de desenvolvimento de um produto consigam materializar e testar uma ideia.

Para Penna (2002) os Protótipos são uma resposta do Designer de acordo com as necessidades da etapa do projeto, podem ser executados com diferentes técnicas e materiais, traduzindo a beleza e dando 'vida' ao projeto bidimensional, ajudando a verificar dimensões, formas, cores, sequência de uma família de produtos e sua aceitação no mercado.

Ao que Kindlein (2006) adiciona que nas diferentes fases do trabalho de concepção de novos produtos é necessário encontrar maneiras para que o produto possa mobilizar o interesse dos Designers sobre os aspectos ligados aos materiais e processos de fabricação, e também mobilizar o interesse dos engenheiros sobre os aspectos ligados ao futuro usuário. Isto ocorre quase sempre por meio da construção de modelos que possam de fato ser testados.

Ao pensar no designer e em toda a equipe de desenvolvimento de produto, Martins (2010) afirma que construir um modelo físico ajuda a captar as corretas intenções e transferi-las para outras formas de representação, assegurando que esse conhecimento possa ser encaminhado para uma definição do produto final.

O conhecimento e experiência dessas técnicas e matérias também são importantes para o estudante e futuro profissional em Design, como Barbosa (2009) atenta para o uso e os benefícios da prototipagem convencional manual nas instituições de ensino de Design, pois elas permitem experimentações plásticas ou processo que amplie o conhecimento e o repertório dos acadêmicos, sendo importantes porque introduzem os profissionais nas tecnologias de construção de objetos.

Assim fica evidente a importância do conhecimento da e experiência das técnicas de modelagem tradicionais e os seus respectivos materiais e que os mesmos estejam inseridos não só nas fases de desenvolvimento de um produto mas também no ensino, contribuindo para o êxito no desenvolvimento dos produtos mais coerentes.

2.4 Técnicas de Prototipagem tradicional

Os modelos e protótipos podem ser confeccionados com os mais simples materiais – como papel e cola ou argila – como podem ser confeccionados nas mais sofisticadas e complexas máquinas de Prototipagem Rápida– por adição ou remoção de material –, que permitem a confecção de protótipos funcionais.

No entanto, é importante que se diga que, entre o mais simples material e a mais sofisticada máquina de prototipagem, existe uma infinidade de materiais e técnicas, que permitem o mais alto nível de qualidade, tecnologia, sofisticação em cada etapa do desenvolvimento de um produto.

Modelos estes que são quase sempre produzidos manualmente. E que Dorta (2006) apud Martins (2010) vai valorizar ao afirmar que às vantagens das ferramentas tradicionais como artefatos cognitivos do design são imensuráveis, pois segundo o autor, nem os desenhos realizados com o auxílio de mesas digitalizadoras, nem os protótipos mais perfeitos construídos

a partir de Prototipagem Rápida, partilham das mesmas vantagens dos artefatos cognitivos (desenhos e modelos físicos feitos à mão).

Segundo o autor a nossa percepção depende de todos os sentidos para compreender geometrias tridimensionais. Neste sentido, a capacidade de tocar o objeto e sentir as suas formas através dos materiais pode melhorar a criatividade (DORTA, 2006, p.122-133 apud MARTINS, 2010).

De acordo com Knight (2004) nas representações com meios analógicos, o designer recorre à experiência dos sentidos ao utilizar o corpo para compreender e controlar as ferramentas que usa para representar. Já nas representações digitais, o designer não tem meios para compreender conceitos do mundo real, como a natureza do objeto ou a sua função, limitando-se apenas à capacidade de codificar conceitos geométricos.

Segundo Evans (1992, p.43) a avaliação das relações entre os vários elementos formais é mais eficaz quando realizada em três dimensões através da manipulação de materiais, pois o benefício desta avaliação ocorre por meio da aplicação do seu conhecimento através da utilização das suas ferramentas.

Para Martins (2010) os modelos físicos, quando comparados com os modelos digitais, são sempre volumetrias reais e podem ser manipuladas no mundo real/físico, permitindo um controle direto sobre as formas, os detalhes, as texturas, as proporções sem a intermediação de uma simulação da tridimensionalidade.

Forti (2005) corrobora, pois para ele os modelos e protótipos tridimensionais físicos trazem diversas vantagens para o ambiente de projeto, isso porque anulam o esforço cognitivo de interpretar palavras ou imagens totalmente bidimensionais.

Martins (2010) afirma ainda que o modelo físico apresenta uma imagem palpável do objeto que representa, tendo a função de aproximar designers da experiência real do objeto, para ver, tocar, cheirar e ouvir, em vez da sua visualização através de uma sucessão de perspectivas bidimensionais num monitor, oferecendo indicações precisas de escala, na análise e compreensão do peso, forma, variação de textura, entre outros.

De acordo com Hanington (2006, p. 29) para um bom modelo vender uma ideia a potenciais compradores, os mesmos devem experienciar o objeto na sua plenitude em vez de só tentarem visualizar através de representações gráficas ou de uma descrição verbal do produto. Ao que se pode destacar a dificuldade de alguns possíveis usuários na interpretação de modelos digitais tridimensionais.

Para D'Adderio (2001), os modelos físicos, feitos à mão ou obtidos por impressão 3D, são meios fundamentais para conhecer os artefatos, pois a avaliação de alguns aspectos tridimensionais não poderá ser feita sem a manipulação direta da forma e dos materiais.

Martins (2010) afirma ainda que o modelo físico apresenta uma imagem palpável do objeto que representa, tendo a função de aproximar designers da experiência real do objeto, para ver, tocar, cheirar e ouvir, em vez da sua visualização através de uma sucessão de perspectivas bidimensionais num monitor, oferecendo indicações precisas de escala, na análise e compreensão do peso, forma, variação de textura, entre outros.

De acordo com Hanington (2006, p. 29) para um bom modelo vender uma ideia a potenciais compradores, os mesmos devem experienciar o objeto na sua plenitude em vez de só tentarem visualizar através de representações gráficas ou de uma descrição verbal do produto. Ao que se pode destacar a dificuldade de alguns possíveis usuários na interpretação de modelos digitais tridimensionais.

Para D'Adderio (2001), os modelos físicos, feitos à mão ou obtidos por impressão 3D, são meios fundamentais para conhecer os artefatos, pois a avaliação de alguns aspectos tridimensionais não poderá ser feita sem a manipulação direta da forma e dos materiais.

Sintetizando, pode-se afirmar que modelos digitais e tradicionais devem coexistir dentro das metodologias de projeto. No entanto, isso deve ocorrer sem que se confunda a função de cada um deles, pois enquanto protótipos palpáveis de fato permitem testes físicos, de interação e que digam respeito à composição formal, modelos digitais – embora alguns programas permitam testes físicos – ainda não permitem testes de uso, apesar de serem mais rapidamente produzidos.

Buscando a compreensão da construção de modelos, a seguir serão classificados os materiais e as técnicas utilizadas na prototipagem tradicional.

2.5 Classificações das técnicas de prototipagem tradicional

Relvas (2002) afirma que a construção de modelos e protótipos tem sido usada ao longo dos tempos como forma de criação e desenvolvimento de novos produtos, pois o desenvolvimento de um protótipo não só permite dar forma e dimensão a uma ideia, criando um modelo físico e palpável, como possibilita a detecção de eventuais defeitos antes da fase de produção.

Esse é um dos motivos pelo qual a construção de um protótipo é feita utilizando as mais variadas técnicas e tecnologias que podem ser classificadas como tradicionais quando feitas manualmente e digitais quando tem a participação de algum software e máquinas de Prototipagem Rápida.

Dentro do processo de prototipagem tradicional estão as seguintes técnicas:

2.5.1 Modelagem Manual

De acordo com Relvas (2002) esse é um dos processos mais antigos e atualmente tem se voltado uma produção artística, na construção de um modelo único.

Segundo Alves et al. (2001 apud. RELVAS, 2002) este processo requer grande habilidade e destreza do modelador, sendo difícil garantir rigor geométrico e dimensional (figura 01). Assim os modelos podem ser produzidos nos mais variados materiais, ao que se nota a utilização de materiais de fácil manipulação, como a argila, o gesso, a plastilina, o clay, a espumas de poliuretano, a madeira, o papel, as chapas de poliestireno, o PVC, o isopor, massa epóxi, entre outros.

Figura 01 – Modelagem manual em plastilina



FONTE: <http://pad3.whstatic.com/>. (2017)

2.5.2 Maquetismo

Relvas (2002) afirma que o maquetismo também é uma técnica bastante antiga, sendo geralmente associada à fabricação de modelos reduzidos ou em escala, normalmente de projetos de engenharia, arquitetura e urbanismo (figura 02) ou modelos de grande volumetria como carros, barcos, aeronaves, etc.

Figura 02 – Maquete de arquitetura.



FONTE: <http://www.mpsnet.net/loja/det11/se0066/Maquete> (2017)

De acordo com Alves et al. (2001 apud. RELVAS, 2002) no maquetismo, o objeto pode anteceder o projeto como forma de ajudar o projetista no desenvolvimento do projeto, onde o mesmo poderá fazer análises e simulações, Ou ainda construir modelos para vender ideias em fases exploratórias, podendo ser utilizados diversos materiais na construção de maquetes como papel cartão, cartolina, gessos, plastilina, fibras, madeiras, plásticos, isopor, chapas de poliestireno, entre outros.

2.5.3 Construção de Moldes

Relvas (2002) afirma que, devido às limitações próprias dos processos de prototipagem rápida, por vezes não é possível a obtenção do protótipo diretamente no material do produto

final. Ainda que o material do protótipo seja o mesmo do produto final pode haver a necessidade de produzir várias unidades, ou mesmo uma pré-série.

Assim, é preciso a construção de moldes para a obtenção de um protótipo em um material que se assemelhe do final ou para a replicação de mais peças, quando for necessário. Este processo permite a produção de diversas peças que podem variar de acordo com o manuseio do molde, aumentando ou diminuindo sua vida útil do molde.

Outra vantagem do uso de moldes é a obtenção de peças ocas com o sistema de rotomoldagem. Na construção desses moldes pode se utilizar silicone, alginato (figura 03), gesso ou cerâmica para moldes de modelo perdido.

Figura 03 – Molde em alginato.



FONTE: <http://fabricalo.net/wp-content/uploads/2013/04/alginato> (2017)

3. OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo comparar as diversas técnicas de prototipagem tradicional executadas manualmente, utilizando e classificando as mais variadas técnicas e materiais, levando em consideração critérios como Custo, Tempo de execução e Nível de dificuldade, elegendo para isso um produto (embalagem) que servirá de exemplo a fim de gerar comparações entre os modelos desenvolvidos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Com base nessa importância que os protótipos e suas técnicas de confecção representam para o Design esse trabalho realizou um levantamento das técnicas de prototipagem e materiais que pudessem ser realizadas de forma manual para a construção dos modelos.

4.1 Objeto de estudo

Para a realização deste trabalho construíram-se modelos em diferentes técnicas de prototipagem manual, e para que pudessem ser comparados, independente da técnica de produção do mesmo, buscou-se a por um produto que servisse de base.

Assim, buscou-se por um produto de dimensão pequena e cuja forma fosse diferenciada e apresentasse alguma complexidade. Além disso, desejava-se que as questões relacionadas ao Design de produto já estivessem estabelecidas, e para tanto, selecionou-se uma embalagem reconhecida em premiações da área do Design de Produto e do Design de embalagem (Prêmio

Abre de embalagem, Prêmio Embalagem Marca, Premio brasileiro de embalagem Troféu Roberto Hiraishi, por exemplo), apresentada na figura 04.

Figura 04 – Embalagem de cappuccino.



FONTE: <http://www.embalagemmarca.com.br>. (2017)

4.2 Confeção dos modelos

Foram desenvolvidos 12 modelos, em 6 diferentes técnicas que apresentavam predominância manual na sua execução e o uso de 9 tipos diferentes de materiais (Figura 05). Em alguns casos foi utilizado algum maquinário elétrico, mas 80% da execução foi manual.

Figura 05 – Embalagem de cappuccino.

Modelos	Equipamento/técnica	Material
M1	Papel Machê	Papel / Cola
M2	Plano seriado	Papelão / Cola
M3	Encaixe	MDF / Cola
M4	Usinagem / Modelagem	Espuma PU
M5	Plano Seriado	MDF / Cola
M6	Modelagem	Clay
M7	Usinagem / Modelagem	MDF/Cola
M8	Molde Silicone	Gesso
M9	Molde Silicone	Resina Poliéster
M10	Molde Silicone	Cera
M11	Molde Silicone	Resina PU
M12	Rotomoldagem	Resina PU

FONTE: Do Autor. (2017)

Vale destacar que os modelos foram confeccionados buscando máxima proximidade com o objeto original, principalmente no que diz respeito às dimensões.

4.2.1 Modelo em Papel.

Este modelo é um modelo simples, rápido de ser confeccionado, neste caso foi feito a partir de camadas de papel craft e cola (Figura 06).

Figura 06 – Construção do modelo em Papel.



FONTE: Do Autor. (2017)

4.2.2 Modelo em Madeira (MDF), técnica de modelo fatiado ou placas empilhadas.

Este modelo caracteriza-se pelo empilhamento das fatias até forma final do objeto, confeccionado a partir de um modelo digital (Figura 07).

Figura 07 – Construção do modelo em Placas empilhadas.



FONTE: Do Autor. (2017)

4.2.3 Modelo em Madeira (MDF) técnica de encaixe de placas.

Este modelo caracteriza-se pelo encaixe de diversos plano até forma final do objeto (figura 08), confeccionado a partir de um modelo digital.

Figura 08 – Construção do modelo em Placas encaixadas.



FONTE: Do Autor. (2017)

4.2.4 Modelo em Clay.

Modelo confeccionado em clay, que é uma argila a base de óleo, muito maleável e que permite uma plástica incrível possibilitando criação de diversas formas (figura 09).

Figura 09 – Construção do modelo em Clay.



FONTE: Do Autor. (2017)

4.2.5 Modelo em Madeira (MDF) ou Espuma de Poliuretano(PU) modelagem.

Modelo confeccionado a partir da usinagem de um bloco de madeira (MDF ou Bloco de Poliuretano, com a ajuda de uma serra fita e disco de lixa (figura 10).

Figura 10 – Construção do modelo em madeira (MDF) usinado.



FONTE: Do Autor. (2017)

4.2.6 Molde bipartido com Silicone: utilizando para preenchimento Gesso, Resina de Poliéster, Cera, Resina de Poliuretano.

Molde de Silicone bipartido (figura 11) utilizado para replicação de peças nos mais diversos materiais como resinas, Gessos, Ceras e até metais fundidos.

Figura 11 – Molde de silicone bipartido.



FONTE: Do Autor. (2017)

4.2.7 Modelo utilizando molde de silicone e resina de Poliuretano: processo de Rotomoldagem Manual.

Processo de rotomoldagem manual (figura 12) utilizando molde de silicone, esse processo permite a confecção de peças ocas que se aproximam ao máximo do produto original.

Figura 12 – Modelo confeccionado através do processo de Rotomoldagem.



FONTE: Do Autor. (2017)

4.3 Comparação do modelos

A fim de permitir que os modelos fossem comparados, pensou-se em parâmetros que pudessem ser medidos e quantificados, a fim de gerar uma reflexão que não fosse uma avaliação subjetiva.

Dessa forma, os modelos foram medidos com ajuda de um Paquímetro Digital de 300mm/12” Absolute da marca Mitutoyo, utilizado para coleta de larguras e comprimentos (Figura 13) e pesados em uma Balança Eletrônica Filizola, modelo MF – 3/1, com peso máximo de três Quilogramas e mínimo de 10 gramas (Figura 14).

Figura 13 – Paquímetro Digital Mitutoyo, utilizado na medição dos modelos.



FONTE: Do Autor. (2017)

Figura 14 – Balança Digital.



FONTE: Do Autor. (2017)

Além disso, todo material utilizado para produção dos modelos foi quantificado quanto a custo e mediu-se o tempo de execução dos mesmos. Gerando-se assim, parâmetros de comparação.

1. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Pesos e dimensões

Os modelos foram pesados um a um e tabulados para serem comparados ao objeto que serviu de referência para a construção dos mesmos. Em relação ao peso, as técnicas tradicionais manuais mostraram algumas diferenças em relação ao peso da embalagem original, estando esta vazia ou cheia. Ou seja, nenhuma das técnicas conseguiu atingir com exatidão o peso do objeto original (Figura 15).

Figura 15 – Pesos dos modelos.

MODELOS	Objeto Original vazio	Objeto Original cheio	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
PESO (g)	44.5	249.5	237.0	73.0	152.5	55.5	470.0	747.0	352.0	610.5	599.5	589.0	509.0	73.5

FONTE: Do Autor. (2017)

Destacam-se pela aproximação do peso do objeto original vazio os modelos M2 (Papelão e cola), M4 (Espuma de poliuretano) e M12 (Resina de poliuretano rotomoldada manualmente), respectivamente. Sendo M2 o modelo que mais se aproximou da embalagem original. Outra observação que é feita é em relação a M12 que por ser confeccionado por rotomoldagem manual diferencia-se dos demais por apresentar funcionalidade, pois permite a abertura da tampa.

Na comparação de peso com objeto original cheio o único modelo que se aproximou foi o M1 (Papel machê), ao que se pode dizer que, para o critério peso, em algumas avaliações de modelos e protótipos, onde esse critério é bastante importante, haveria a necessidade de controlar o material nas técnicas apresentadas neste trabalho, ou ainda descobrir novas possibilidades.

Os modelos também foram medidos com um paquímetro digital a fim de se obter precisão em relação às dimensões. E observou-se que todos os modelos tiveram uma grande

aproximação com o objeto original, apresentando diferenças de 3 a 4 mm para mais ou para menos (Figura 16).

Figura 16 – Dimensões dos modelos.

MODELOS	Objeto Original vazio	Objeto Original cheio	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
DIMENSÃO (mm)	119,16	119,16	116,0	116,0	118,2	120,7	124,9	117,0	121,3	117,0	111,3	118,7	114,2	116,5

FONTE: Do Autor. (2017)

Podendo-se afirmar que quanto ao critério dimensão todos os modelos apresentaram-se como satisfatório, o que seria de grande importância para análises dentro do processo de desenvolvimento de um produto, por exemplo, para testes de uso e de pega.

5.2 Custos

Os modelos foram construídos com diversos materiais e técnicas, que iam desde materiais básicos até os mais sofisticados possibilitando a análise de custo de cada modelo, quantificando valores de matéria prima, tecnologias, mão de obra e tempo de execução.

Destaca-se que a análise foi realizada a partir do custo dos materiais e tecnologias no mercado e a mão de obra foi quantificada com uma média feita entre profissionais do mercado que constroem modelos de maneira tradicional e profissionais de modelagem virtual (Figura 17).

Em relação ao custo, as técnicas tradicionais manuais apresentaram diversos valores, notando-se o baixo custo do modelo M1 (Papel Machê), pois esse modelo consiste apenas de papel e cola, material esse que além de ser fácil de encontrar tem um baixo custo, tornando mais viável a confecção do modelo. Além disso, este modelo (M1), em relação aos demais, apresenta um tempo muito menor de confecção.

Os modelos M2 (Papelão e Cola), M3 (Encaixe MDF / Cola), M4 (Espuma de Poliuretano), M5 (Fatiás MDF / Cola) e M7 (Usinagem MDF / Cola) apresentam os maiores valores por conta do material e do valor cotado referente ao trabalho de um profissional, uma vez que estes modelos necessitam de uma modelagem 3D (virtual) a fim de se obter as medidas exatas. Este modelo 3D, no caso de M2, M3 e M5, auxilia na construção das fatias e encaixes.

Os M8 (Gesso), M9 (Resina de Poliéster), M10 (Cera), M11 (Resina de Poliuretano), M12 (Resina de Poliuretano Rotomoldada) também apresentam um custo mais elevado, pois necessita de um molde que permita a confecção do modelo, no caso, molde de silicone. Esse custo está ligado também à mão de obra do profissional de modelagem que vai executar o trabalho.

Assim, nota-se que, com exceção de M1, o custo da mão de obra, o molde e o tempo de execução dos demais modelos se aproximam (Figura 17).

Figura 17 – Comparação de custos e tempo de execução dos modelos..

Modelos	Equipamento/técnica	Material	Custo final do modelo (R\$)	Tempo (h)
M1	Papel Mache	Papel / Cola	21,00	10
M2	Plano seriado	Papelão / Cola	830,00	140
M3	Encaixe	MDF / Cola	840,00	140
M4	Modelagem / Usinagem	Espuma PU	850,00	140
M5	Plano Seriado	MDF / Cola	840,00	140
M6	Modelagem	Clay	750,00	144
M7	Modelagem / Usinagem	MDF / Cola	840,00	127
M8	Molde Silicone	Gesso	688,00	185
M9	Molde Silicone	Resina Pliéster	727,00	180
M10	Molde Silicone	Cera	730,00	172
M11	Molde Silicone	Resina de Poliuretano	810,00	168
M12	RotoMoldagem	Resina de Poliuretano	810,00	168

FONTE: Do Autor. (2017)

6. CONCLUSÃO

Esse estudo apresenta a construção de diversos modelos nos mais variados materiais, quantificando os mesmos e evidenciando a técnica, o tempo e o custo. Permitindo assim refletir sobre a relevância que cada modelo pode ter dentro das etapas de desenvolvimento de produto.

Reflete-se, por exemplo, que técnicas com baixo custo e com menor tempo de execução, mas que possuem uma dimensão aproximada como o modelo em Papel Machê, pode ser utilizado nas fases iniciais do projeto de desenvolvimento de um produto. Pois o custo de um protótipo nesta fase não deve ser muito alto, uma vez que ocorrem ainda muitas mudanças no projeto.

Outra reflexão importante é quanto ao alcance da prototipagem tradicional manual quando se tem domínio de materiais e técnicas avançadas. Como é o caso do modelo em Resina de Poliuretano, que por ter um tempo de cura rápido permite a Rotomoldagem Manual, possibilitando a confecção de um modelo oco e com tampa, cuja interação se aproxima muito do objeto original. Assim, mesmo um modelo confeccionado manualmente permite que se realize testes de funcionalidade, como de pega e torque para abrir a tampa.

Para futuros estudos outras técnicas e materiais poderiam ser empregadas e novos testes poderiam ser realizados com os modelos a fim de se estabelecer outras diretrizes, principalmente no que tange testar a aplicação destes modelos no desenvolvimento de projetos.

Por fim, destaca-se a importância do estudante de Design e, conseqüentemente, do profissional conhecer e saber utilizar ao longo de um projeto diferentes técnicas e materiais que possam auxiliar na construção de protótipos, com maior ou menor fidelidade, levando em consideração custos, tempo e exequibilidade.

Referências

- ALCOFORADO, M. G. **Metodologia de Design Mediada por protótipos** [Tese de Doutorado] Bauru: Unesp, 2014, 460 p.
- BARBOSA, R. T. **Design & Prototipagem: Conhecimento e uso da prototipagem Rápida no Design Brasileiro.** [Dissertação de Mestrado] Bauru, UNESP, 2009, 198p.
- BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos.** São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda. 1998.
- CARDOSO, Rafael. **Uma introdução à história do Design.** 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.
- CHRISSIS, M.B. et al. **Guidelines for Process Integration and Product Improvement,** Addison-Wesley, 2003.
- D'ADDERIO, L., **Crafting the Virtual Prototype: How Firms Integrate Knowledge and Capabilities Across Organisational Boundaries,** Research Policy, Vol. 30, pp.1409-24. 2001.
- DORTA, T., **Vers la maîtrise du virtuel à travers le réel: un nouvel usage de l'informatique en design,** Université de Montreal, 2006, pp.131-138.
- EVANS, M., **Model or prototype which, when and why?** IDATER, Conference, Loughborough University, 1992, pp.42-46
- FORTI, F. S. A. **Uma Avaliação do ensino da Prototipagem Virtual nas Graduações de Design de Produto do Estado do Rio de Janeiro.** 2005, 105p. Dissertação (Mestrado), COPPE, Universidade Federal do rio de Janeiro.
- HANINGTON, B. M., **Interface in form: paper and product prototyping for feedback and fun,** Volume 13, Issue 1, The art of prototyping, 2006, pp.28-30.
- KNIGHT, T. **Interaction in Visual Design Computing,** Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, EUA, 2004 p.1-31.
- KINDLEIN, W. J. **A importância do Binômio Design e Engenharia como Catalisador de Inovação.** 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2004, FAAP, São Paulo. In: Anais 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, FAAP, São Paulo, 2004.
- MARTINS, A. F. P. **Da maquete para o desenho: meios de representação tridimensional no design de artefactos,** 2010, 149p. Dissertação (Mestrado) Aveiro: Universidade de Aveiro.

PENNA, E. **Modelagem, modelos em design**, São Paulo. Catálise, 2002.

RELVAS, C. A. M.; **Processos de prototipagem rápida no fabrico de modelos de geometria complexa: Estudo realizado sobre modelo anatômico da mão**. 2002, 121p
Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

SANTOS, J. R. L. **Breve histórico do uso de modelos 3D físicos no desenvolvimento de projetos**. 7º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2006 UFPR, Curitiba, In: Anais 7º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2006 UFPR, Curitiba, 2006.

ULRICH, K.T.; EPPINGER, S. D., **Product design and development**, -3rd ed. McGraw-Hill/Irwin, 1995.

VOLPATO, N.; FERREIRA, C. V.; SANTOS, J. R. L. Integração da prototipagem rápida com o processo de desenvolvimento de produto. In: **Prototipagem Rápida: Tecnologias e aplicações**, São Paulo: Edgar Blücher, 2007.

Agradecimentos: Este trabalho foi desenvolvido com o apoio da CAPES.

Victor Aguiar, Adriane Santos, João Sobral, Marli Everling *

A abordagem de design e materiais no âmbito do PPGDesign/Univille



Victor R. L. Aguiar

Dr.; Univ. da Região de Joinville
<contato@ograndevendedor.com>

Adriane S. Santos

Dra.; Univ. da Região de Joinville
<drishibata@gmail.com>

João E. C. Sobral

Dr.; Univ. da Região de Joinville
<sobral41@gmail.com>

Marli T. Everling

Dra.; Univ. da Região de Joinville
<marli.everling@gmail.com>

Resumo Este relato apresenta a estruturação dos conteúdos técnico-científicos associados à disciplina de Materiais e Processos de Fabricação no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade da Região de Joinville (PPG-Design/Univille). Em virtude da natureza profissional do mestrado, a translação de conhecimentos de base científica e tecnológica em capacitação técnica, considerando a sua aplicabilidade, foi o norte da disciplina.

Palavras chave Design, materiais, processos.

An Approach Relied on Design and Materials in Univille's PPGDesign Realm

Abstract *This report presents the structuring of technical-scientific contents associated with the subject Materials and Processes within the Graduate Program in Design of the University of the Region of Joinville (PPGDesign /Univille). Due to the professional nature of the master's degree, the translation of scientific and technological knowledge into technical qualification, including applicability, was the north of the discipline.*

Keywords *Design, materials, processes.*

Relato dos Objetivos da Disciplina: Do evento de materiais à apresentação do seminário

A Disciplina de Materiais e Processos de Fabricação se constitui em uma das disciplinas eletivas do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade da Região de Joinville. Em virtude da natureza profissional do mestrado, a disciplina integra o conjunto de conteúdos de cunho mais tecnológico, orientados para a profissionalização e para conexões com o setor industrial e produtivo, considerando o escopo ‘materiais e processos de fabricação’. A área de concentração (Sustentabilidade) do Programa, suas linhas de pesquisa e atuação técnico-científica (Processo de Produção e Design e Produção Tecnológica e Sustentabilidade), bem como a ementa da disciplina estão descritas na figura 1.

Figura 1: Área de concentração, linhas de pesquisa e atuação do PPGDesign Univille e ementa da disciplina

(PPGDesign/Univille)	
Área de concentração (AC): Design e Sustentabilidade	
Compreende questões e aspectos relacionados ao design no contexto urbano e em empresas de diversos segmentos industriais ou artesanais, com abrangência analítica, mercadológica, de pesquisa aplicada e teórico reflexiva. Considera as transformações sociais, culturais e tecnológicas, discutindo o papel dos profissionais que atuam nesse contexto. O programa objetiva o atendimento da qualificação profissional sob o foco da sustentabilidade.	
Linha de Atuação Técnico-científica 1 (LA1) Processo de Produção e Design	
Esta linha de atuação investiga as relações do design com a realidade social, considerando o contexto urbano, o mercado, o comportamento do consumidor, a sociedade, a cultura material e suas questões simbólicas e estéticas. Abrange a influência, ações e repercussões do design na atribuição de valores culturais e sociais, objetivando o desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis.	
Linha de Atuação Técnico-científica 2 (LA2) Produção Tecnológica e Sustentabilidade	
Esta linha de atuação investiga questões direcionadas ao estudo das relações usuário-objeto e meio ambiente, considerando aspectos de interface, interações físicas e sustentabilidade. Abrange novas possibilidades em relação aos aspectos de desenvolvimento, produção e gestão do processo de design e do desenvolvimento de produtos e serviços.	
Ementa da Disciplina de Materiais e Processos de Fabricação	
Aborda estudos sobre Design e Materiais, abrangendo aspectos sistêmicos, discussões sobre a seleção de materiais, aliando conceitos de design à prática profissional. O desenvolvimento da disciplina compreende processos de fabricação, ecodesign, sustentabilidade, análise do ciclo de vida, materiais, estrutura e propriedades, processamento e utilização. Objetiva construir conhecimento em torno dos materiais e processos de fabricação. A avaliação será feita com base no desenvolvimento e participação nas atividades, em especial na qualidade dos textos científicos produzidos durante a disciplina e no envolvimento nas discussões em aula.	

Em 2017 o PPGDesign, em conjunto com a graduação em Design da Univille, sediaram o II Congresso Internacional e VIII Workshop: Design & Materiais 2017. O evento ocorreu no período entre 11 e 14 de junho e a disciplina foi programada para iniciar na mesma semana, para que o evento se constituísse em marco imersivo em discussões associadas a design e materiais. A partir desta premissa, a disciplina foi estruturada em quatro partes: (1) conexão com os conteúdos abordados no evento; (2) palestras e visitas técnicas; (3) atividades de laboratório; (4) seminário apresentado pelos alunos. Este relato visa apresentar as abordagens conduzidas em cada etapa (conforme ilustração da figura 2).

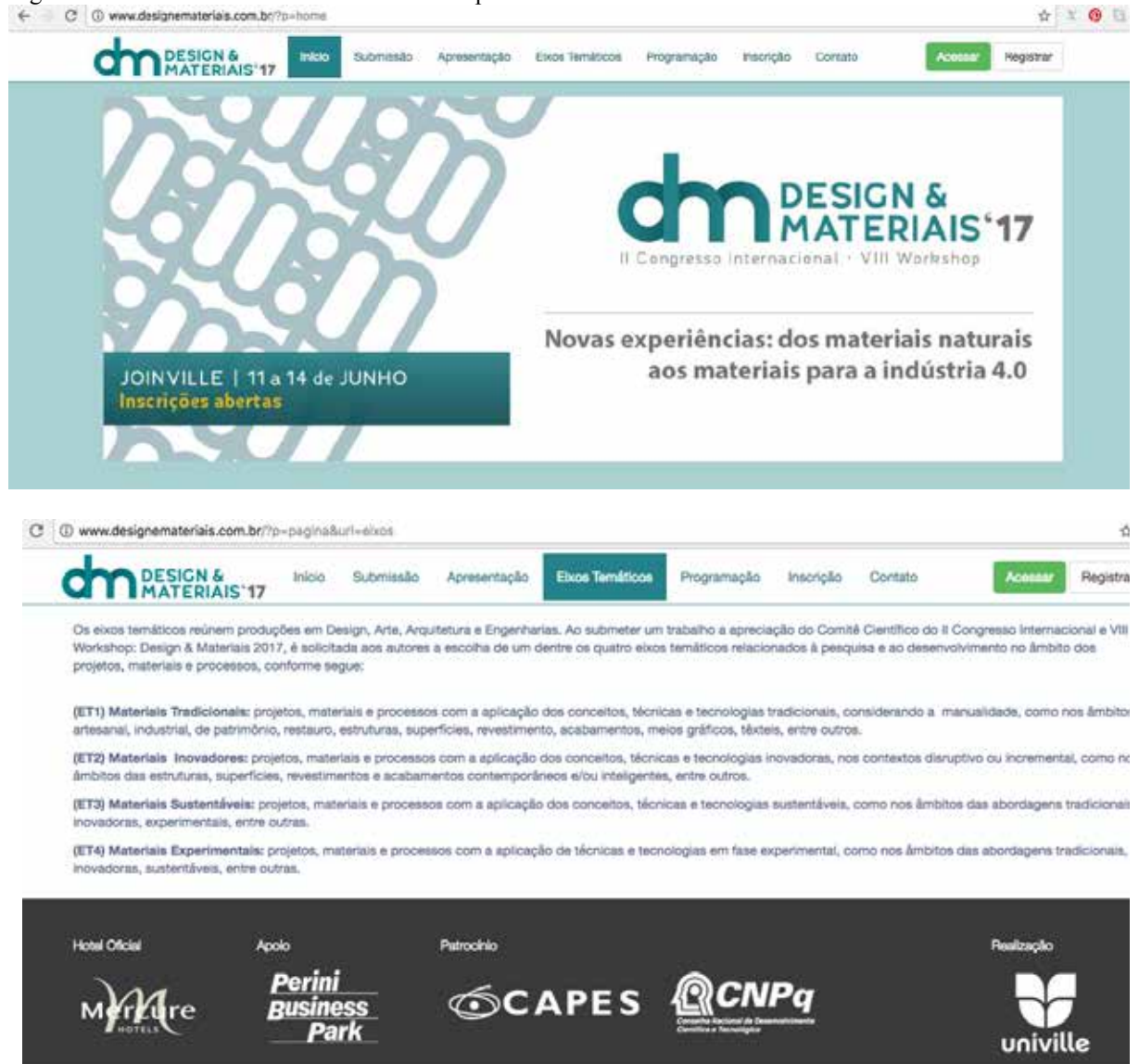
Figura 2: Estrutura da disciplina

DATAS	ATIVIDADES	OBSERVAÇÕES
13/06 14/06	Design&Materiais Design&Materiais	O evento associado à disciplina O evento associado à disciplina
20/06	Palestra Engenharia de Materiais seguida de visita a FGM	Local de encontro: Sala do INOVAPARQ no PERINI
21/06	Atividade de integração interdisciplinar	Atividade interdisciplinar com 'Design e Relações de Uso'
27/06	Visita EMBRACO FUNDIÇÃO	Local de encontro: EMBRACO FUNDIÇÃO (Pirabeiraba) –
28/06	A joia – simbolismo e história Conhecendo o Laboratório de Joias Técnicas construtivas	Aula na sala e no Laboratório de Joias
04/07	Técnicas de fundição e confecção de joias (proposta de projeto)	
05/07	Visita Fastparts ou execução do projeto	Vai depender do andamento do projeto
25/07	Execução do projeto	Aula no Laboratório de Joias
26/07	Execução do projeto	Aula no Laboratório de Joias
01/08	Seminário: Processos de fabricação e materiais	Com a participação do Prof. Sacchelli e Eng. Willian Em 8 grupos, realizar seminário a partir da obra "Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos" de Chris Lefteri
02/08	Seminário: Processos de fabricação e materiais	
08/08	Apresentação dos projetos de Joias	Com a participação dos Profs. Victor e Shibata

Conteúdos abordados no evento de Design e Materiais

Em sua segunda edição, o evento objetivou ser uma importante referência na área, visando promover a compreensão da associação entre conhecimentos da área de design, materiais e processos no desenvolvimento da competitividade nacional. O evento foi estruturado em torno do tema “Novas Experiências: dos materiais naturais aos materiais para a indústria 4”. Os eixos temáticos que direcionaram a disseminação de conhecimento relacionado à pesquisa e ao desenvolvimento no âmbito dos projetos, materiais e processos, foram: (ET1) Materiais Tradicionais: projetos, materiais e processos com a aplicação dos conceitos, técnicas e tecnologias tradicionais, considerando a manualidade, como nos âmbitos artesanal, industrial, de patrimônio, restauro, estruturas, superfícies, revestimento, acabamentos, meios gráficos, têxteis, entre outros. (ET2) Materiais Inovadores: projetos, materiais e processos com a aplicação dos conceitos, técnicas e tecnologias inovadoras, nos contextos disruptivo ou incremental, como nos âmbitos das estruturas, superfícies, revestimentos e acabamentos contemporâneos e/ou inteligentes, entre outros. (ET3) Materiais Sustentáveis: projetos, materiais e processos com a aplicação dos conceitos, técnicas e tecnologias sustentáveis, como nos âmbitos das abordagens tradicionais, inovadoras, experimentais, entre outras. (ET4) Materiais Experimentais: projetos, materiais e processos com a aplicação de técnicas e tecnologias em fase experimental, como nos âmbitos das abordagens tradicionais, inovadoras, sustentáveis, entre outras (figura 3).

Figura 3: Tema e eixos temáticos do evento disponibilizados no site do evento.



A programação do evento iniciou no dia 11, com a recepção dos participantes, e ao longo de três dias contou com seis palestras nacionais e duas palestras internacionais; ocorreram três mesas redondas e sessões técnicas orais e de pôsteres, exposição de protótipos e workshops, conforme quadro 1.

Quadro 1: Programação do evento.

12 de junho	13 de junho	14 de junho
Abertura do evento	Palestra Nacional Uso de resíduos e cargas minerais na otimização de propriedades térmicas e de restauro de materiais cimentícios Antonio Eduardo Martinelli	Palestra internacional Dialeto da matéria e teatralidade nos produtos partilhados" Paulo Bago D'uva (Universidade do Aveiro/Lisboa)
Café	Café	Café
Palestra internacional Innovative material solutions empowering industry 4.0 Micol Costi Material ConneXion Italia Mesa-Redonda Materiais e inovação	Palestra nacional O papel do Designer na Economia Circular e Consumo Consciente: Caminhos para criar, produzir e consumir com Responsabilidade Bruno Temer/Matéria brasil Palestra nacional Civilização do Bambu – Design e Sustentabilidade Lúcio Ventania (Cerbambu)	Palestra nacional Relações multidimensionais do design emocional com as texturas e os materiais Everton Amaral da Silva/UFRGS Palestra nacional Resíduos: a matéria-prima da indústria do futuro Fabiano André Trein (RS)
Almoço	Almoço	Almoço
Encontro de coordenadores de curso de Pós graduação em Design Sessões técnicas orais Workshops Sessões técnicas orais Sessões técnicas – Postêr Exposição – Protótipos	Palestra nacional Investigação no campo do Design e materiais: cenário brasileiro Sebastiana Lana Mesa-Redonda Materiais tradicionais e sustentáveis Sessões técnicas orais	Mesa-Redonda Materiais experimentais e inovadores Visita técnica


A temática transcendeu o evento e foi explorada como conteúdo nas duas primeiras aulas da disciplina (impactando em sua continuidade).

Visitas Técnicas

As visitas técnicas ocorreram nos dias 20 e 27 de julho, e 05 de agosto (conforme figura 4) e incluíram, respectivamente, empresas como Biocicle, FGM e Embraco. Os temas explorados nas visitas foram engenharia de materiais, processos e acompanhamento de projetos.

Figura 4: Planejamento das atividades

DESENVOLVIMENTO DO PLANEJAMENTO ACADÊMICO		
DATAS	ATIVIDADES	OBSERVAÇÕES
20/06	Palestra Engenharia de Materiais a empresa Biocycle, seguida de visita a FGM	Local de encontro: Sala do INOVAPARQ no PERINI
27/06	Visita EMBRACO FUNDIÇÃO	Local de encontro: EMBRACO FUNDIÇÃO (Pirabeiraba)
05/07	Visita Fastparts ou execução do projeto	Local do encontro: Fastparts



A figura destaca a programação das visitas e palestras e apresenta os discentes em atividades na Biocycle, na qual ocorreu a palestra com o Engenheiro e Mestre da área de Materiais William Wiggers.

Faz-se necessário salientar que visitas técnicas, uma forma de aproximação com o mundo empresarial e a pesquisa aplicada, são uma das premissas do Mestrado Profissional.

Atividades de Laboratório

As aulas de laboratório ocorreram nos dias 28 de julho, 04, 25, 26 de julho e culminaram com a apresentação dos projetos no dia 08 de agosto (conforme figura 5). A intenção das atividades de laboratório foi a experimentação de primeira mão com materiais e processo associados ao pensamento projetual.

Figura 5: Planejamento das atividades de laboratório

DESENVOLVIMENTO DO PLANEJAMENTO ACADÊMICO		
DATAS	ATIVIDADES	OBSERVAÇÕES
28/06	A joia – simbolismo e história Conhecendo o Laboratório de Joias Técnicas construtivas	Aula na sala e no Laboratório de Joias
04/07	Técnicas de fundição e confecção de joias (proposta de projeto)	
25/07	Execução do projeto	Aula no Laboratório de Joias
26/07	Execução do projeto	Aula no Laboratório de Joias
08/08	Apresentação dos projetos de Jóias	Com a participação dos Profs. Victor e Shibata

As imagens apresentadas na figura 6 evidenciam o fazer e a experimentação conduzidos na disciplina.

Figura 6: Atividades práticas conduzidas no laboratório de joias.





As imagens apresentadas na figura 7 representam alguns dos resultados obtidos nas atividades de laboratório.

Figura 7: Propostas desenvolvidas ao longo das atividades.





Por meio de relatos informais, os alunos manifestaram sua satisfação em poderem desenvolver uma atividade eminentemente prática, do tipo “hands on”, possibilitando para a grande maioria a descoberta de novas habilidades e de novos campos de interesse.

Seminário final da Disciplina

O seminário ocorreu nos dias 01 e 02 de agosto, a partir da obra obra “Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos”, de Chris Lefteri. Os estudantes foram divididos em 8 grupos e, tendo como base um capítulo da obra, foram instigados a investigarem os processos produtivos e materiais envolvidos nos mesmos.

Figura 8: Planejamento das atividades de seminário

DESENVOLVIMENTO DO PLANEJAMENTO ACADÊMICO		
DATAS	ATIVIDADES	OBSERVAÇÕES
01/08	Seminário: Processos de fabricação e materiais	Com a participação do Prof. Sacchelli e Eng. Willian
02/08	Seminário: Processos de fabricação e materias	Em 8 grupos, realizar seminário a partir da obra “Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos ” de Chris Lefteri

Considerando que poucos alunos possuem formação técnica, apropriar-se de conceitos como usinagem, dobra e repuxo, corte e furação, polimerização, dentre outros, foi um grande desafio. Tendo em vista esta realidade, procurou-se por meio da presença de dois engenheiros (um mecânico e outro de materiais) oferecer um suporte técnico, complementando as apresentações e evitando que algum conceito pudesse ser erroneamente abordado.

Ao final, os convidados comentaram sobre sua surpresa quanto ao nível dos seminários e ao aprendizado dos alunos, considerando, como já citado, o não domínio prévio quanto às temáticas.

Considerações Finais

Um Mestrado Profissional diferencia-se de um programa acadêmico pelo seu foco na pesquisa aplicada e na sua aproximação com o ambiente organizacional. Do ponto de vista dos alunos, este direcionamento se materializa em sua realidade profissional, ou seja, a maior parte está atuando em organizações, concomitantemente aos seus estudos no mestrado.

Tendo em vista esta realidade, ao planejar-se uma disciplina, o corpo docente procura encontrar o melhor equilíbrio entre os estudos teóricos e a prática, a aplicação dos conteúdos e, inclusive, a relevância para os discentes. Com a disciplina de Materiais e Processos de Fabricação, conforme relatado neste artigo, não poderia ser diferente.

Percebe-se claramente esta preocupação técnico-científica no momento em que a disciplina se inicia durante um dos maiores congressos sobre materiais (o evento Design e Materiais), passando por visitas técnicas guiadas, o desenvolvimento de um artefato (uma joia) e a apresentação de seminários sobre técnicas de produção e materiais.

Ao final da disciplina, o corpo docente sentiu-se satisfeito por ter “entregue um produto” adequado com a filosofia do Mestrado Profissional, mas a maior realização é decorrente dos relatos dos alunos e pela demonstração de sua satisfação em ter cursado esta disciplina. Some-se ainda o depoimento de dois especialistas na área (engenheiros convidados para os seminários), atestando o nível de envolvimento, pesquisa e de apropriação de conteúdos dos estudantes.

Referências

LEFTERI, Chris. **Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos**. São Paulo, SP: Editora Blucher, 2009.

Agradecimentos

Carolina Hadlich, Daiane Laís Fontana, Daniel Giovane Galdino, Deborah Cristine Mahfud, Fernanda Soares Rios, Franciele Vaz, Jonas Daniel Pôrto, Mara Rubia Theis, Mayra Camargo, Michelle Françoise Haswany de Almeida, Soleni dos Santos Kuhn Sette, Anelise Bittencourt Gerceski, Bernardo Linhares Marchesini, Carla Feder Wick, Cristiane Machado Hoffmeister, Débora Cristina Almeida, Fernanda da Silva Adiers, Giorgio Leandro de Souza, João Antonio de Menezes Neto, Joseana Maria Ribeiro, Leonardo Calixto Colin Cecyn, Rafaela Rodrigues, Ricardo Dalbosco, Scheila Raldi, Silvana Silva Reiter Witkoski, William Amphilóquio [discentes da disciplina].