

Capítulo 16

Fabricação digital de conectores: uma forma de inovação em design mobiliário

Guilherme Cardoso da Silva | Pâmela Cardoso da Rosa | Paula Gørgen Radici Fraga | Maurício Moreira e Silva Bernardes | Underléa Miotto Bruscato

Resumo

O mobiliário desempenha um papel significativo no design de interiores residenciais e é uma forma de autoexpressão. Concomitante a esta ideia, a atividade *maker* apresenta-se como um agente democratizador, dando às pessoas independência, oportunidades de criação de um maior significado pessoal e de auto-identificação. O movimento *maker* destaca-se ainda por combinar os fazeres manuais com técnicas de fabricação digital, na qual a informação é retirada de geometrias virtuais tridimensionais para, posteriormente, alimentar processos de produção. Na produção, por meio da fabricação digital, pode-se utilizar, como ferramenta projetual, o desenho paramétrico, que possibilita a transformação digital da forma a ser fabricada utilizando a modificação de parâmetros. Sob essa ótica, objetivou-se nesta pesquisa a concepção de um conector de mobiliário para unir chapas que atendesse às premissas do movimento *maker*, ou seja, fosse flexível, adequando-se às necessidades individuais do usuário no que diz respeito ao tipo de material empregado; à quantidade de seções a serem aplicadas; à facilidade de modificação do desenho/parâmetros por meio digital; à priorização do uso de técnicas que permitissem uma produção facilitada e em pequena escala.

Palavras-chave: Fabricação digital, desenho paramétrico, movimento *maker*, conector para mobiliário.

1 Introdução

O mobiliário desempenha um papel significativo no design de interiores, principalmente residenciais (LIHRA; graf, 2007), sendo uma forma de autoexpressão (ALTMAN; CHEMERS, 1984; COOPER, 1974). A autoexpressão, aliada à personalização e ao baixo custo de produção, vem ganhando cada vez mais a atenção, tanto de

usuários que buscam esses valores, quanto de profissionais de estudo do design. Essa maior atenção pode ser constatada pelo crescente interesse pelo movimento *maker* – no qual os usuários se dispõem a construir seus próprios objetos com o auxílio da tecnologia (ANDERSON, 2012; ATKINSON, 2006; GERSHENFELD, 2012; RIFKIN, 2011).

Sobre a relação usuário/mobiliário, observa-se desafios associados ao momento da construção e fixação dos componentes. Por vezes, métodos de fixação com cola ou perfuração prejudicam a aparência externa do produto (POSTELL, 2012), tornando o uso de conectores pré-fabricados uma boa alternativa (FU et al., 2015). No que tange ao aspecto da concepção destes elementos de conexão, muitas são as possibilidades de solução. Uma delas está vinculada à produção por meio da fabricação digital utilizando-se como ferramenta projetual o desenho paramétrico – já que este possibilita a transformação digital da forma a ser fabricada utilizando a modificação de parâmetros (YU; GERO, 2016).

O objetivo deste capítulo está em apresentar um conector que se adequa, de forma inovadora, às diferentes necessidades práticas e estéticas da confecção mobiliária, levando em consideração três grandes pilares: as premissas do movimento *maker*, a fabricação digital e o desenho paramétrico. Este estudo faz parte de uma atividade acadêmica na disciplina de “Processo de Fabricação Digital como Ferramenta de Projeto” do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PGDESIGN – UFRGS).

2 Revisão Teórica

Para melhor compreensão da proposta deste artigo, são apresentados elementos que configuram o embasamento teórico do tema.

2.1 Fabricação digital

Em moldes de fabricação tradicionais os designers projetam produtos com conceitos e representações limitados aos processos de produção e montagem (TEDESCHI, 2014). Tais processos envolvem soluções complexas e uma cadeia de fornecedores que, ao final,

geram cópias idênticas de um produto com o objetivo de escalabilidade (PUPO, 2008). A revolução digital legitimou a integração do projeto com a fabricação, contribuindo para o surgimento da fabricação digital (ANDERSON, 2012; TEDESCHI, 2014) e para a liberdade de construção e fabricação de formas complexas de difícil realização nos processos tradicionais.

Nos modelos digitais de fabricação, a informação é retirada de geometrias virtuais tridimensionais para posteriormente alimentar processos de produção (PUPO, 2008). Desta forma, é possível a fabricação de um objeto tridimensional através de processos de prototipagem rápida e em linhas de produção menores (SPERLING et al., 2015). A prototipagem pode envolver a impressão 3D, o corte à laser, a usinagem com controle CNC (Comando Numérico Computadorizado), entre outros.

A fabricação digital mostra-se, então, adaptável e flexível, ou seja, com a capacidade de produzir formas ilimitadas de produtos (AGUSTÍ-JUAN; HABERT, 2017; LAU et al., 2012; PUPO, 2008; TEDESCHI, 2014). Seu uso, no atual momento tecnológico, quebra paradigmas. Isso ocorre ao propiciar a participação das pessoas no processo de criação e fabricação de produtos complexos e únicos, sem a necessidade de conhecimento avançado de hardwares e softwares de produção, ainda que interajam diretamente com a tecnologia (LAU et al., 2012; TEDESCHI, 2014).

2.2 Movimento *Maker*

Com o avanço tecnológico nos métodos de fabricação digital, o movimento *maker* - em tradução literal: movimento dos “fazedores” - vem ganhando espaço como área de pesquisa. Apesar de recente, a motivação da fabricação de forma manual está intrinsecamente ligada ao fazer cotidiano do homem pré-histórico, uma vez que esta era a única forma de obtenção do produto desejado (FUKUSHIMA, 2009). Com a Revolução Industrial, a produção em massa foi ocupando o espaço do trabalho manual (EDWARDS, 2006). E, em resposta a esta situação e objetivando defender o trabalho artesanal, surge no final do século XIX a manifestação Artes e Ofícios, principal influenciadora do movimento faça-você-mesmo (GEBLER, 1997).

Essa Manifestação deu origem às principais premissas do movimento *maker*, já que difundiu a criação, modificação e reparo de bens de consumo sem a ajuda de um profissional na técnica em questão (MCKAY, 1998; KUZNETSOV; PAULOS, 2010; SPENCER, 2008). Neste sentido, a atividade *maker* apresenta-se como um agente democratizador, dando às pessoas independência, oportunidade de criação de um maior significado pessoal e autoidentificação (ATKINSON, 2006).

Buscando alinhar a expressão ao tema deste artigo, será utilizada a definição de que o movimento *maker* se destaca por combinar os fazeres manuais com técnicas de fabricação digital (ANDERSON, 2012; GERSHENFELD, 2012; RIFKIN, 2011). Serão tratados, como base para o desenvolvimento do projeto, três fatores principais:

- a) priorizar o uso de maquinários recorrentes na fabricação digital, já que estes viabilizam a produção em pequena escala e a facilidade de produção (GERSHENFELD, 2012);
- b) o uso de ferramentas digitais desktops para desenvolvimento do projeto, sendo estas conhecidas pelo universo *maker* e difundidas mundialmente (ANDERSON, 2012);
- c) auxiliar e incentivar a produção pessoal, minimizando a compra de produtos seriados e dando maior possibilidade de expressão manual para o usuário (EDWARDS, 2006).

2.3 Desenho paramétrico

Uma das peculiaridades da manufatura dentro do contexto *maker* está na possibilidade de criação de produtos de forma interativa. Isso significa a possibilidade de uma criação dinâmica envolvendo o conjunto designer/consumidor por meio de um computador e de *softwares* que permitam esse dinamismo (ATKINSON, 2006). O desenho paramétrico vem ao encontro deste movimento através da sua característica de gerar soluções com base nas relações geométricas entre parâmetros, usando variáveis e algoritmos para quantificar essas relações (TANG, 2014). Além disso, fornece um meio exato para a representação e controle das relações entre as partes e o todo, de forma numericamente precisa e altamente flexível (OXMAN; OXMAN, 2014). Estes atributos o diferenciam dos tradicionais desenhos digitais, pois o modelo se altera durante

todo o processo a partir da simples mudança de valores dos parâmetros, permitindo a geração e teste de uma gama potencialmente infinita de versões (SILVA; AMORIM, 2010; LEE et al., 2013).

A utilização destas ferramentas digitais para visualizar e testar opções de design e de *feedback* de desempenho (HOLZER, 2016) permite a observação de relações funcionais que possam existir entre as propriedades e as variáveis do projeto (ZHANG et al., 2016). A observação e seleção de variações dão suporte à criação, gestão e organização de modelos complexos (HOLZER, 2016; WOODBURY, 2010). Estas potencialidades, quando relacionadas à indústria do mobiliário, permitem a criação e adaptação de objetos de acordo com necessidades e contextos específicos, permitindo o controle, por exemplo, das transformações em dimensão, forma e espessura do material (FILSON; ROHRBACHER, 2011).

2.4 Mobiliário

Mobiliário pode ser definido como um conjunto de peças alongadas e planas que são ligadas entre si de diversas formas, como por exemplo, por cola, pregos, dobradiças e parafusos (FU et al., 2015). No que tange ao aspecto destas diferentes formas de conexão, o seu uso, muitas vezes, não possibilita a desmontagem e montagem dos móveis, podendo prejudicar a aparência externa do mobiliário e até mesmo a estética do projeto (POSTELL, 2012). Uma abordagem alternativa para as conexões em mobiliários seria o uso de mecanismos em que as partes componentes se interligam firmemente entre si (FU et al., 2015). Desta forma, o mobiliário pode ser montado e desmontado repetidamente, não necessitando de dispositivos de fixação adicionais e mantendo a estética pretendida do desenho.

Seguindo esta abordagem, a área da computação gráfica tem testemunhado e acompanhado o crescente interesse na concepção e fabricação de mobiliário (SHAO et al., 2016) também de forma não profissional. A popularização do uso de modelos tridimensionais por não profissionais, através de *downloads* em sites que possuem bibliotecas de modelos (SHILANE et al. 2004), incentivam a produção pessoal. Diante dessa facilidade produtiva, observa-se que a compra de um produto seriado vem sendo, aos poucos, substituída pela produção manual de bens para uso

próprio (EDWARDS, 2006).

Essa nova possibilidade de produção, advinda da computação gráfica, alicerçou a prática da atividade *maker*, mudando a perspectiva de uma responsabilidade indesejada – quando a produção caseira era a única opção viável para o indivíduo – para uma atividade prazerosa – uma opção para autoexpressão e para o desejo de se mostrar criativo (WATSON; SHOVE, 2008). Para que essa prática desperte emoções positivas, acredita-se que um dos fatores cruciais de incentivo está em que o trabalho desenvolvido deve ser bem sucedido (BANDURA, 1999). Neste sentido, o uso de conectores que minimizem falhas e danos indesejados ao mobiliário, pode incentivar uma atividade *maker* agradável.

3 Procedimentos Metodológicos

A fim de responder à proposta deste artigo, a investigação foi segmentada em tarefas que permitiram o alcance dos objetivos propostos. Utilizou-se como base o método de projeto de produto proposto por Baxter (2005), que objetiva a criação de projetos que contribuem de maneira inovadora para o estado da arte, quando se realizou:

- a) Análise de concorrentes: efetuou-se uma pesquisa de concorrentes em bancos *online* de portfólios e de patentes. O objetivo desta etapa foi analisar produtos similares existentes, que cumprissem a função de conexão e/ou suporte para diversos fins, identificando o tipo de tecnologia envolvida em sua confecção, o tipo de material utilizado, como era sua configuração visual e a viabilidade de produção relacionada ao movimento *maker*. Tal análise foi realizada por meio da elaboração de premissas e de um painel visual comparativo;
- b) Identificação de oportunidades: após a etapa de análise de concorrentes, identificou-se as oportunidades de produto relacionando-o as seguintes funções: prática, estética e simbólica;
- c) Configuração do projeto: por meio de um *brainstorming* e da confecção de desenhos manuais e em softwares CAD, foram discutidas ideias, visões, propostas e possibilidades de solução para o problema de criação do conector e quais seriam as possíveis restrições advindas do projeto. Decidiu-se, por conveniê-

cia, que o conector seria apenas para superfícies planas;

d) Especificação do projeto: nesta etapa foram definidas e descritas as especificidades do produto. Os aspectos abordados foram: configuração formal, variações previstas e aplicações.

4 Resultados

Os resultados alcançados na pesquisa estão descritos a seguir. A estrutura do tópico está de acordo com os procedimentos metodológicos adotados.

4.1 Análise de concorrentes

A busca em bancos de dados *online* de portfólios e patentes contemplou em torno de duas mil e trezentas invenções. Com base no conector pretendido, foram desenvolvidas dez premissas de análise para a avaliação de cada invenção de acordo com as funções de produto previstas na bibliografia de Löbach (2000). Essa análise objetivou comparar o estado da arte com o conector pretendido, buscando por características similares. As premissas foram divididas de acordo com as funções práticas, estéticas e simbólicas.

Em relação à **função prática**, avaliando configurações formais do conector, ele:

- 1) Une superfícies planas e maciças em ângulos perpendiculares?
- 2) Pode ser adaptado a outras espessuras de chapas?
- 3) Pode ser adaptado a outros materiais?
- 4) Necessita de uma segunda peça para finalizar a junção, como prego, parafusos e/ou porcas?
- 5) Necessita de uma intervenção anterior no móvel para recebê-lo, como um furo, corte ou desbaste?
- 6) Incentiva que o desmonte do móvel seja viável e prático?

Em relação à **função estética**, avaliando a interação visual do conector com o móvel, ele:

- 7) poder ser visto da parte externa do móvel?

8) interage de forma a trazer ganhos estéticos para o mobiliário?

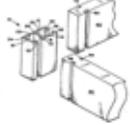
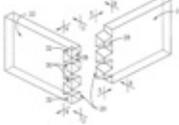
Em relação à **função simbólica**, avaliando a representação para o contexto *maker*, ele:

9) auxilia a atividade *maker*, eliminando uso de outras ferramentas?

10) pode ser produzido através de métodos de fabricação digital acessíveis?

Observou-se que nenhum dos conectores respondia positivamente a todas as premissas simultaneamente. Isso reforçou a lacuna de inovação a ser preenchida. A título de demonstração, apresenta-se um exemplo do painel visual comparativo (quadro 1).

Quadro 1 – Painel visual comparativo

 <p>US4712942</p>	<p>Função prática: cumpre a função de unir, sem grandes possibilidades de adaptações;</p> <p>Função estética: apresenta características mais neutras;</p> <p>Função simbólica: produzido em métodos tradicionais de produção (extrusão) necessita de investimento inicial para produção em matriz, o que é incoerente com a cultura <i>maker</i>.</p>
 <p>US6357194</p>	<p>Função prática: sistema de encaixe, acoplado à peça que inviabiliza a reutilização das chapas para um novo móvel;</p> <p>Função estética: objetiva passar despercebido no móvel. Variando sua presença visual, conforme espessura da chapa;</p> <p>Função simbólica: precisa ser feito no projeto do móvel, podendo ser utilizado por <i>makers</i> experientes, mas não por <i>makers</i> principiantes.</p>
 <p>Keystones</p>	<p>Função prática: conecta apenas perfis quadrados, não sendo previsto seu uso em chapas;</p> <p>Função estética: deixa explícito o aspecto funcional na sua forma;</p> <p>Função simbólica: produzido por um método de fabricação digital, a impressão 3D.</p>
 <p>Playwood</p>	<p>Função prática: utiliza parafusos para complementar a fixação;</p> <p>Função estética: apresenta características estéticas que trazem infantilidade para o produto;</p> <p>Função simbólica: produção industrial, mas incentiva práticas <i>maker</i>.</p>
 <p>Flush it</p>	<p>Função prática: necessita de desbaste na chapa para encaixe da peça, demandando o uso de ferramentas extras;</p> <p>Função estética: por ser nivelado com a estrutura do móvel, apresenta visual limpo;</p> <p>Função simbólica: produzido por um método de fabricação digital, a impressão 3D.</p>

Fonte: Desenvolvido pelos autores (2017).

4.2 Identificação de oportunidades

Para a identificação de oportunidades, considerou-se aspectos relacionados à justificativa em termos comerciais, às vantagens em relação aos concorrentes e à diferenciação. Foram excluídas da análise a perspectiva de lucro e a quantidade de itens a serem vendidos, pois não são escopo das premissas *makers* estabelecidas.

4.2.1 Oportunidade em relação à função prática

Dentro do estado da arte identificou-se a carência de conectores que permitem flexibilidade nos âmbitos:

- a) De produção: ser confeccionado através de diversos meios produtivos, abrangendo a gama de tecnologias presentes na fabricação digital;
- b) De variação de encaixe: o desenho da peça base ser adaptável para receber espessuras de chapa diferentes;
- c) De adaptação a outros materiais: possibilitar a liberdade de escolha de diferentes tipos de materiais para a confecção do conector, atendendo a projetos distintos;
- d) De montagem e desmontagem: ser de fácil montagem e desmontagem, não utilizando ferramentas como lixadeiras, parafusadeiras, furadeiras, entre outros. Evitando assim a inutilização da chapa e possibilitando mudanças caso haja a necessidade de o móvel se tornar diferente.

4.2.2 Oportunidade em relação à função estética

Identificou-se a carência de conectores que combinem valores funcionais com aspectos estéticos. A maioria dos conectores encontrados priorizava a função prática sem considerar seu uso no contexto estético do móvel. Outros utilizavam o atributo da cor como diferencial estético, entretanto esse aspecto cria uma estética limitada e pouco adaptativa às necessidades visuais que o *maker* pode explorar no seu móvel.

4.2.3 Oportunidade em relação à função simbólica

Observou-se que alguns conectores poderiam auxiliar o *maker*

na construção de seus projetos. Porém, nem todos atendiam de maneira coerente as premissas *maker* consideradas neste artigo, que são: priorizar o uso de maquinários recorrentes na fabricação digital, levando em consideração ainda um baixo custo produtivo (GERSHENFELD, 2012), uso de *softwares* digitais para facilitar a adaptação (ANDERSON, 2012) e incentivo da produção pessoal, minimizando possíveis frustrações (EDWARDS, 2006).

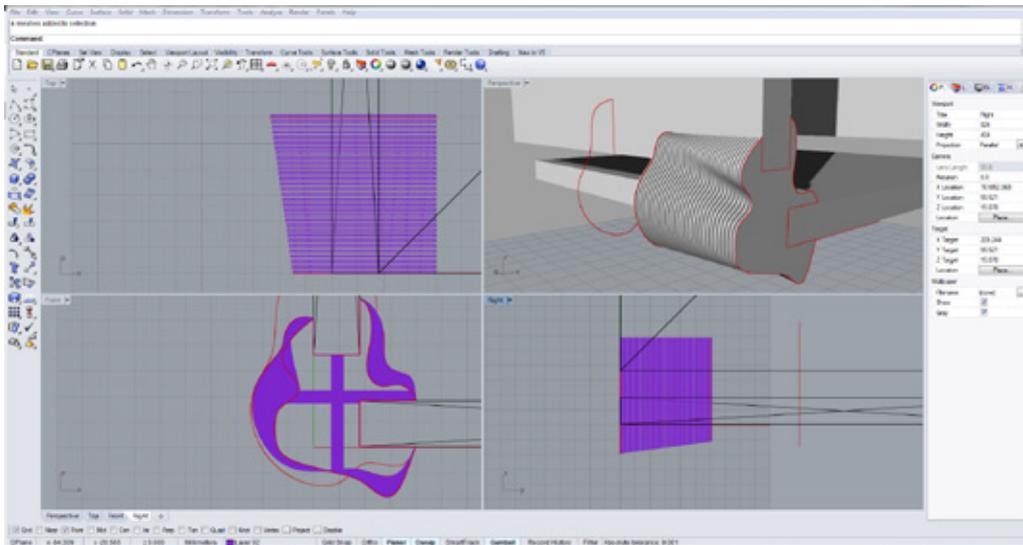
4.3 Configuração do projeto

Com base nas premissas abordadas durante a análise de concorrentes, definiu-se que o conector deveria:

- 1) unir superfícies planas maciças em ângulos perpendiculares;
- 2) adaptar-se com facilidade às diversas espessuras de chapa;
- 3) ter sua produção adaptada a diversos materiais;
- 4) não necessitar de uma segunda peça para finalizar sua junção;
- 5) não necessitar de intervenção anterior no móvel;
- 6) facilitar a montagem e desmontagem do móvel quando for necessidade do *maker*;
- 7) ser visto da parte externa do móvel;
- 8) interagir de forma a trazer ganhos estéticos para o mobiliário;
- 9) auxiliar a atividade *maker* eliminando uso de outras ferramentas;
- 10) ser produzido por métodos de fabricação digital acessíveis.

Com base nessas definições foram gerados desenhos manuais com as alternativas de projeto. Sequencialmente criou-se, por meio de *softwares* CAD (Grasshoper®, Rhinoceros®, Solidworks®, Keyshot®), possibilidades de execução de formas através de protótipos digitais tridimensionais (figura 1).

Figura 1 - Imagem do conector gerado no software Rhinoceros®



Fonte: Desenvolvida pelos autores (2017).

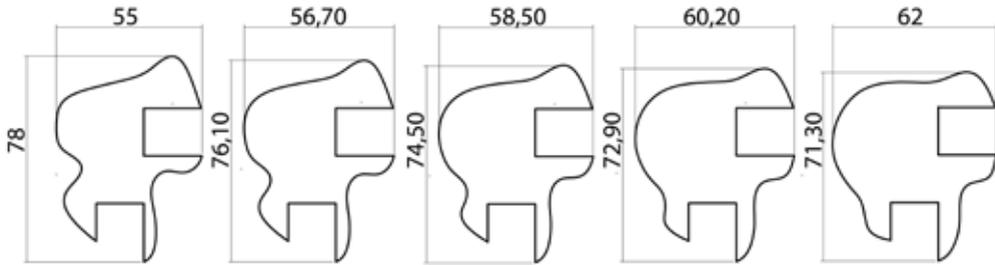
4.4 Especificações do projeto

Após os estudos gráficos, elaborou-se as especificações do projeto seguindo os aspectos anteriormente citados: configuração formal, variações previstas e alternativas. Cada aspecto será detalhado nos tópicos subsequentes.

4.4.1 Configuração formal

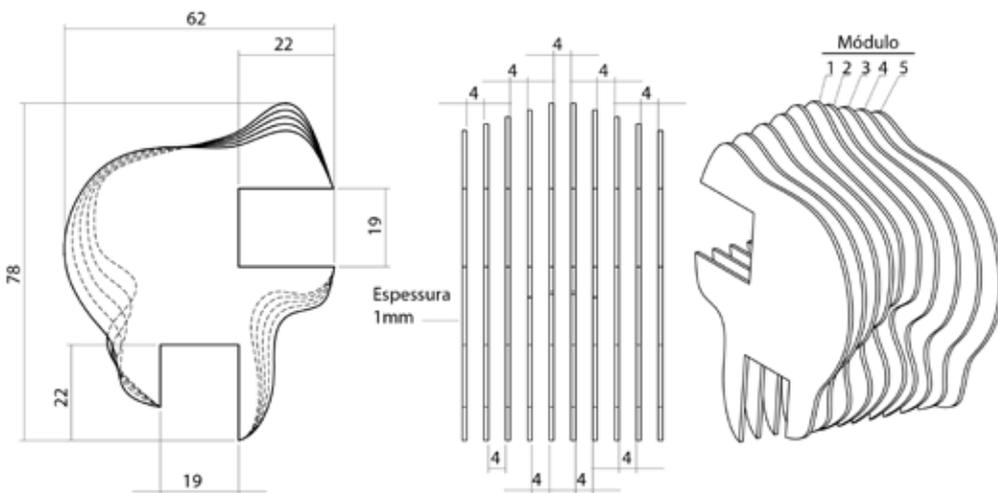
O conector é composto por cinco seções sequenciadas que unem duas chapas num ângulo de 90° . Para fins deste estudo, definiu-se o padrão de abertura para chapas de 18mm. A conexão com a chapa se dá através de um recorte com forma similar à extremidade da chapa e com folga de 1 mm para melhor encaixe (totalizando 19 mm de abertura). Isso faz com que se evite que a chapa, que irá receber o conector, precise de alguma modificação anterior. Os desenhos técnicos das cinco peças são apresentados nas figuras 2 e 3.

Figura 2 - Vistas laterais das cinco seções do conector



Fonte: Desenvolvida pelos autores (2017).

Figura 3 - Vista lateral, frontal e perspectiva isométrica do conector (respectivamente)



Fonte: Desenvolvida pelos autores (2017).

4.4.2 Variações previstas

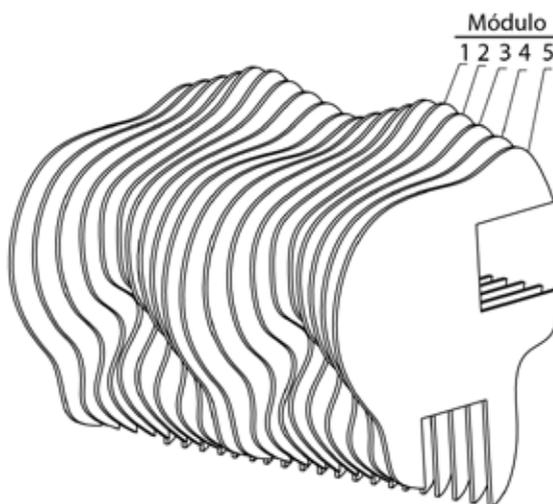
Além das definições efetuadas para o conector, foram previstas possíveis variações no mesmo. Objetivou-se atender às necessidades projetuais e de impacto visual desejadas pelo *maker* para o seu móvel. As variações previstas dizem respeito:

- À abertura de encaixe: o módulo pode ser facilmente adaptado para receber espessuras de chapas diferentes do padrão;
- Ao material: a peça pode ser fabricada em diferentes materiais para atender a projetos distintos, como por exemplo, MDF, compensado, madeira, acrílico, PVC, papelão, entre outros;

- c) À fabricação: a peça pode ser confeccionada através de diversos meios produtivos, desde que estes estejam presentes na gama de tecnologias da fabricação digital;
- d) À quantidade de unidades: as cinco seções do conector podem ser combinadas de forma arbitrária. Entretanto, salienta-se que para a obtenção de um efeito estético mais significativo, se faz necessária a utilização mínima de 5 seções (figura 4).

Optou-se pela flexibilização de algumas características do conector a fim de estimular a experimentação no *maker*, ou seja, que este tenha liberdade para testar o tipo de material ou processo de produção, por exemplo. Salienta-se, no entanto, que haja o cuidado na criação de correlações entre as variações, como por exemplo: caso seja utilizado um material de menor resistência para a confecção do conector, que seja utilizado um maior número de seções para aumentar a resistência final do móvel.

Figura 4 - Efeito estético com uso de três módulos contendo 5 seções

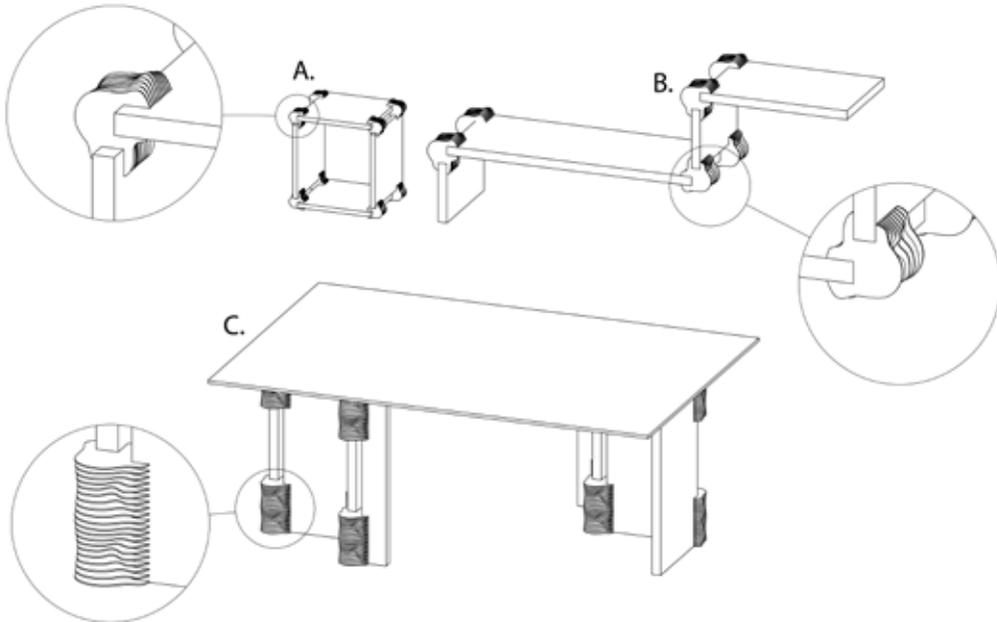


Fonte: Desenvolvida pelos autores (2017).

4.4.3 Aplicações

Levando-se em consideração as variações previstas para a peça e a sua aplicabilidade, entende-se que o conector pode ser utilizado para a confecção de diversos elementos de mobiliário. A título de exemplificação são apresentadas simulações - nicho (A), prateleira (B) e mesa (C) - que retratam possíveis aplicações (figura 5).

Figura 5 - Sugestões de aplicação



Fonte: Desenvolvida pelos autores (2017).

5 Discussão

Muitos fatores devem ser considerados no projeto de um móvel, a maioria deles faz referência a aspectos pessoais, culturais, disciplinares e/ou profissionais (POSTELL, 2012). Estes aspectos diversos conferem ao projeto de mobiliário uma característica dinâmica, fazendo com que ele se transforme de acordo com as mudanças no contexto social. Neste sentido, a fabricação digital traz grandes mudanças que afetam não somente a maneira como se produz os produtos, mas a sociedade como um todo (GERSHENFELD, 2012). O movimento *maker*, que se revela neste cenário de transformações, traz a possibilidade de personalização aliada ao baixo custo de produção (EDWARDS, 2006). Além disso, transforma, também, o jeito como é visto e pensado o design de mobiliário.

Levando-se em consideração os três fatores principais do movimento *maker*, abordados anteriormente, e aliando-os às funções de produto de Löbach (2000), observa-se que, no que tange ao objetivo do acesso universal, o conector criado apresenta significativa inovação na função simbólica em relação aos outros conectores analisados. Percebe-se isso ao se verificar que foi possível conferir a ele características que podem ser adequadas às dife-

rentes necessidades, materiais e processos de fabricação.

Grande parte da produção de mobiliários é feita em painéis como o MDF (*Medium Density Fiberboard*), cuja durabilidade está intimamente ligada ao tipo de junção utilizada, em que a perfuração ou corte, tenderia a diminuir a durabilidade da peça (VASSILIOU; *barboutis*, 2005). Assim sendo, com relação à função prática, o conector projetado, minimiza a possibilidade de danos à chapa e, por consequência, pode proporcionar maior durabilidade ao móvel.

No que diz respeito à função estética, o desenho paramétrico trouxe outros aspectos visuais para a forma por meio de parâmetros digitais, modificando o mundo físico por conferir (SCHUMACHER, 2009):

- a) Uma amplificação visual (ser capaz de gerar digitalmente formas que só eram possíveis de maneira gestual);
- b) Uma complexidade ordenada (criar desenhos aparentemente complexos por meio da lógica de programação);
- c) Um senso de fluidez contínua (apresentar transição gráfica agradável);
- d) Semelhança aos sistemas naturais (gerar formas orgânicas).

Desta forma, o desenvolvimento do conector por meio de parâmetros proporcionou o alcance de uma estética orgânica, com fluidez na transição entre as seções e com maior facilidade de planificação.

Os usuários, ao realizar a tarefa de construir algum artefato do qual sentem prazer no processo, tendem a supervalorizá-lo, preferindo ele a produtos comercializados prontos (NORTON et al., 2012). Sendo assim, verifica-se que o conector confeccionado trouxe ganhos inovadores para o estado da arte, por apresentar o incentivo à prática *maker*, possibilitando a autoexpressão do usuário.

6 Considerações Finais

Nesta pesquisa, objetivou-se a concepção de um conector de mobiliário para unir chapas que atendesse às premissas do movimento *maker*. Ou seja, que fosse flexível, adequando-se às ne-

cessidades individuais do usuário, no que diz respeito ao tipo de material empregado; à quantidade de seções a serem aplicadas; à facilidade de modificação do desenho/parâmetros por meio digital; à priorização do uso de técnicas que permitissem uma produção facilitada e em pequena escala. Sob estes aspectos, considera-se que o objetivo foi atingido.

A confecção do projeto permitiu, ainda, a reflexão de que a fabricação digital introduziu possibilidades de criação capazes de gerar projetos mais factíveis de adaptação. Nesses, o uso de outras técnicas de fabricação digital, não restritas ao uso da impressão 3D – realidade de grande parte dos conectores analisados – proporcionou maior flexibilidade e acessibilidade produtiva.

Ao buscar satisfazer às necessidades do usuário por meio das premissas *maker*, observou-se uma possível fragilidade no processo, já que a liberdade de interação do *maker* com o conector faz com que a responsabilidade de êxito, ou não, no seu uso fique a cargo daquele indivíduo. Sendo assim, como aspecto a ser explorado, sugere-se avaliar, por meio de testes de uso, como o conector se comporta dentro do contexto *maker*. A avaliação e identificação de práticas comumente utilizadas são recomendadas para os quesitos: tipo de material empregado, procedimentos de fabricação utilizados, quantidade e arranjo de módulos favoritos e, por fim, tipo de mobiliário criado.

Referências

- AGUSTÍ-JUAN, I.; HABERT, G. Environmental design guidelines for digital fabrication. **Journal of cleaner production**, v. 142, n. 4, p. 2780-2791, 2017.
- ALTMAN, I.; CHEMERS, M. **Culture and environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- ANDERSON, C. **Makers: the new industrial revolution**. New York: Randon House, 2012.
- ATKINSON, P. Do it yourself: democracy and design. **Journal of design history**, v.19, n. 1, p. 1-10, 2006.
- BANDURA, A. **Self-Efficacy in Changing Societies**. New York: Cambridge University Press, 1999.
- BAXTER, M. R. **Projeto de Produto: Guia Prático para o Design de Novos Produtos**. 2. Ed. São Paulo: Editora Blücher, 2011.
- COOPER, C. The house as symbol of the self. **Design and Environment**, v. 3, n. 3, p. 30-37, 1974.
- EDWARDS, C. Home is where the art is': Women, Handicrafts and Home Im-

provements 1750 – 1900. **Journal of Design History**, v. 19, n. 1, p. 11-21, 2006.

FILSON, A.; ROHRBACHER, G. Design Offered Up: Control and Open Outcomes in a Digitally Enabled Design Process. In: COOPERATIVE DESIGN, VISUALIZATION, AND ENGINEERING INTERNATIONAL CONFERENCE, 8th, 2011, Hong Kong, China. **Proceedings...** Hong Kong, China: Springer, 2011. p. 7-13.

FU, C.; SONG, P.; YAN, X.; YANG, L. W.; JAYARAMAN, P. K.; COHEN-OR, D. Computational interlocking furniture assembly. **ACM Transactions on Graphics**, v. 34, n. 4, p. 1-11, 2015.

FUKUSHIMA, N. **Dimensão Social do Design Sustentável**: contribuições do design vernacular da população de baixa renda. 2009. 159 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

GBLER, S. Do-It-Yourself: constructing, repairing and maintaining domestic masculinity. **American Quarterly**, v. 49, n. 1, p. 66-112, 1997.

GERSHENFELD, N. How to make almost anything the digital fabrication revolution. **Foreign Affairs**, v. 91, n. 6, p. 43-57, 2012.

HOLZER, D. Design exploration supported by digital tool ecologies. **Automation in Construction**, v. 72, n. 1, p. 3-8, 2016.

KUZNETSOV, S.; PAULOS, E. Rise of the expert amateur: DIY projects, communities, and cultures. In: NORDIC CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION: EXTENDING BOUNDARIES, 6th, 2010, Reykjavik, Iceland. **Proceedings...** Reykjavik, Iceland: ACM, 2010. p. 295-304.

LAU, M.; MITANI, J.; IGARASHI, T. Digital fabrication. **IEEE Computer**, v. 45, n. 12, p. 76-79, 2012.

LEE, J. H.; GU, N.; WILLIAMS, A. P. Exploring design strategy in Parametric Design to Support Creativity. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER-AIDED ARCHITECTURAL DESIGN RESEARCH IN ASIA, 2013, Singapore. **Proceedings...** Singapore: National University of Singapore, 2013. p. 489-498.

LIHRA, T.; GRAF, R. Multi-channel communication and consumer choice in the household furniture buying process. **Direct Marketing: an international journal**, v. 1, n. 3, p. 146-160, 2007.

LÖBACH, B. **Design Industrial**. São Paulo: Blücher, 2000.

MCKAY, G. E. **DIY culture: Party & Protest in Nineties Britain**. New York: Verso, 1998.

NORTON, M. I.; MOCHON, D.; ARIELY, D. The IKEA effect: when labor leads to love. **Journal Of Consumer Psychology**, v. 22, n. 3, p. 453-460, 2012.

OXMAN, R.; OXMAN, R. **Theories of the digital in architecture**. New York: Routledge, 2014.

POSTELL, J. **Furniture Design**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012

PUPO, R. T. Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte. **PARC Research in Architecture and Building Construction**, v. 1, n. 2, p. 1-19, 2008.

RIFKIN, J. **La Tercera Revolucion Industrial**. Barcelona, España: Paidós, 2011.

SCHUMACHER, P. Parametricism: a new global style for architecture and urban design. **Architectural Design**, v.79, n. 4, p. 14-23, 2009.

SHAO, T.; LI, D.; RONG, Y.; ZHENG, C.; ZHOU, K. Dynamic Furniture Modeling Through Assembly Instructions. **ACM Transactions on Graphics**, v. 35, n. 6, p. 1-15, 2016.

SHILANE, P.; MIN, P.; KAZHDAN, M.; FUNKHOUSER, T. The Princeton Shape Benchmark. In: SHAPE MODELING INTERNATIONAL, 2004, Genova, Italy. **Proceedings...** Genova, Italy: ACM, 2004. p. 167-178.

SILVA, R. C.; AMORIM, L. M. E. Urbanismo paramétrico: emergência, limites e perspectivas de nova corrente de desenho urbano fundamentada em sistemas de desenho paramétrico. **Revista do Nomads.usp**, v. 3, Não paginado, 2010. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus03/PDF/submitted/2_pt.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2017.

SPENCER, A. **DIY: The rise of Lo-Fi culture**. London: Marion Boyars Publishers, 2008.

SPERLING, D. M.; CELANI, G.; SCHEEREN, R. Fabricação digital na América do Sul: um mapeamento de linhas de ação a partir da arquitetura e urbanismo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 19., 2015, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. p. 119-125.

TANG, M. **Parametric Building Design Using Autodesk Maya**. New York: Routledge, 2014.

TEDESCHI, A. **AAD Algorithms-Aided Design: Parametric Strategies Using Grasshopper**. Brienza, Italy: Le Pensuer, 2014.

VASSILIOU, V.; BARBOUTIS, I. Screw withdrawal capacity used in the eccentric joints of cabinet furniture connectors in particleboard and MDF. **Journal Of Wood Science**, v. 51, n. 6, p. 572-576, 2005.

WATSON, M.; SHOVE, E. Doing it yourself? Products, competence and meaning in the practices of DIY. In: EUROPEAN SOCIOLOGICAL ASSOCIATION CONFERENCE, 2005, Torun, Poland. **Proceedings...** Torun, Poland, 2005. Não paginado.

WOODBURY, R. **Elements of parametric design**. New York: Routledge, 2010.

YU, R.; GERO, J. S. An empirical basis for the use of design patterns by architects in parametric design. **International Journal of Architectural Computing**, v. 14, n.3, p. 289- 302, 2016.

ZHANG, T.; WANG, Z.; HUANG, W.; YAN, L. Parameterization and optimization of hypersonic-gliding vehicle configurations during conceptual design. **Aerospace Science and Technology**, v. 58, p. 225-234, 2016.

Como citar este capítulo (ABNT):

SILVA, Guilherme Cardoso et al. Fabricação digital de conectores: uma forma de inovação em design mobiliário. In: BERNARDES, Maurício Moreira e Silva; LINDEN, Júlio Carlos de Souza van der (Orgs.). **Design em Pesquisa – Vol. I**. Porto Alegre: Marcavizual, 2017. p. 309-326.

Como citar este capítulo (Chicago):

Silva, Guilherme Cardoso da, Pâmela Cardoso da Rosa, Paula Görden Radici Fraga, Maurício Moreira e Silva Bernardes, and Underléa Miotto Bruscato. 2017. "Fabricação digital de conectores: uma forma de inovação em design mobiliário". In *Design em Pesquisa*, 1st ed., 1:309–326. Porto Alegre: Marcavizual.