



Design Aberto e Fabricação Digital:

Uma tendência do futuro no design de móveis

TAYNAH FERREIRA ARANTES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN – FAUED

*Design Aberto e Fabricação Digital:
Uma tendência do futuro no design de móveis*

Taynah Ferreira Arantes

Uberlândia – MG

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN – FAUED

Taynah Ferreira Arantes

*Design Aberto e Fabricação Digital:
Uma tendência do futuro no design de móveis*

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca
examinadora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design
– FAUeD como requisito básico para a conclusão do Curso de
Design.*

Professora orientadora: Dra. Aline Teixeira de Souza

Uberlândia – MG

2021

Destinado à minha querida vovó Dináh e aos meus anjos da guarda vovó, vovô e mamãe Ednamar, são vocês meu ponto de força, que me faz forte e me ajudam a alcançar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a Deus.

*Obrigada Senhor pela vida e a chance de sempre
me mostrar o amor e o melhor caminho;*

*Agradeço meu pai e madrasta por serem meu alicerce,
a minha avó Dináh que sempre me apoiou na ausência da minha mãe
e pelo suporte de alcançar mais essa conquista!*

*Ao meu filho Arthur, por me resignificar e me mostrar que sou capaz de tudo,
você é a minha razão de viver e dá sentido à minha existência!*

*E por último e não menos importante,
a minha Orientadora, Dra. Aline Teixeira de Souza,
por me dar força nesses últimos meses
acreditar em mim e me incentivar ser a melhor!*

Obrigada a todos!

RESUMO

As plataformas Digitais, Código Aberto "open source", estão cada vez mais inseridas no mercado em diversas áreas. O compartilhamento de arquivos, dados e conhecimentos são uma realidade e faz parte de nosso cotidiano. Com isso, a partir desta percepção o presente trabalho busca investigar possibilidades e limitações dos processos de fabricação digital no contexto do design de móveis, com a proposta de projetar, fabricar e distribuir abertamente, se opondo ao método fabril tradicional relacionado à marcenaria, a ideia central é democratizar o design de mobiliário sem a interferência da indústria, logo a mesma pode atender estes consumidores de forma ágil, flexível, adaptável, exclusiva, dinâmica, custo-baixo. Para isso, este trabalho propõe a aplicação destes conceitos por meio de um projeto de design de uma cadeira para o uso interno e externo, que busca corresponder dinamicamente às necessidades dos usuários.

PALAVRAS-CHAVE: Código Aberto; Plataforma Digital; Fabricação Digital; Design Aberto; Design de Mobiliário; Usuário; Cadeira;

ABSTRACT

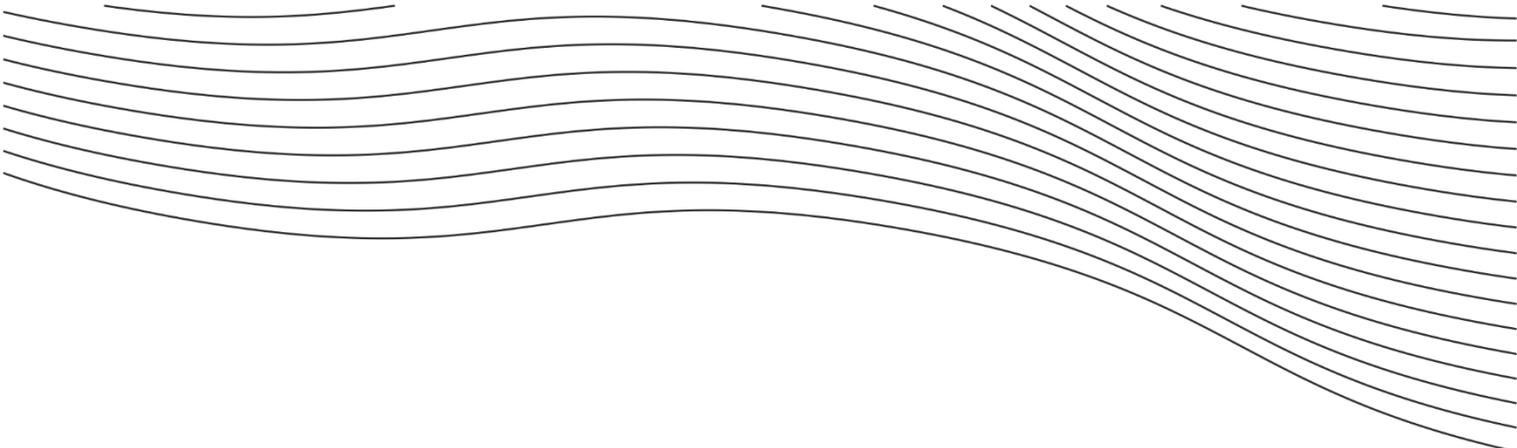
Open Source Digital platforms are increasingly inserted in the market in several areas. Sharing files, data and knowledge is a reality and is part of our daily lives. With that, from this perception, this work seeks to investigate possibilities and limitations of digital manufacturing processes in the context of furniture design, with the proposal to openly design, manufacture and distribute, opposing the traditional manufacturing method related to joinery, the idea central is to democratize the design of furniture without the interference of the industry, so it can serve these consumers in an agile, flexible, adaptable, exclusive, dynamic, low-cost way. For this, this work proposes the application of these concepts through a design project of a chair for internal and external use, which seeks to dynamically correspond to the users' needs.

KEY-WORDS: Open Source; Digital Platform; Digital Fabrication; Open Design; Furniture Design; User; Chair;



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
2- DESIGN: EVOLUÇÃO EM PRODUÇÃO	11
2.1 Métodos de produção	11
Artesanato tradicional e conceito	11
Do artesanal à arte industrial	12
A arte industrial associada à estética	13
Arts and Crafts, crítica à produção em massa	15
2.2 O design de móveis em olhares modernos	16
Novo estilo de produção, o modernismo	17
Bauhaus, influência mundial	18
2.3 A influência do design ao longo século XX	21
O crítico formal do Archigram e Metabolismo Japonês	22
Construção plástica high-tech, João Diniz e Ruy Ohtake	23
2.4 Era Digital, o marco do presente	25
CAD/ CAM e os métodos de fabricação digital: aditivos e subtrativos	26
Personalização para o usuário	30
Personalização em massa em função do design para o usuário	33
Design Generativo, método de gerações	36
3- MÉTODO	38
3.1 Projeto de Design de Mobiliário: Design para o usuário em relação personalização em massa	38
Open Source	38
Plataformas Digitais: Open Desk	39
Estudos de Caso	41
Consulta as normas técnicas de ergonomia	41



**4- PERSPECTIVAS DE RELAÇÃO:
FABRICAÇÃO DIGITAL ASSOCIADO AO DESIGN ABERTO 46**

4.1 Diversas possibilidades 46

Jens Dyvik: Linha Layer 46

Nick Graham: Layer Stool 51

5- PROJETO: Cadeira Varya 53

5.1 Psicologia Ambiental:
a relação móvel x comportamento ao ambiente 53

5.2 Preparação do projeto: 54

Conceito e Requisitos de Projeto 54

Materiais e produção 55

Chapas de compensado de Pinus 55

Acrílicos 56

Encaixes 58

CROQUIS 59

MAQUETE ELETRÔNICA/ RENDERIZADA 60

MANUAL DE MONTAGEM 62

PROTOTIPAGEM FÍSICA 64

CONSIDERAÇÕES FINAIS 65

REFERÊNCIAS 66

INTRODUÇÃO

Visto que o uso da computação em escritórios de engenharia, arquitetura e design já é uma prática comum para o desenvolvimento de novas ideias, se faz necessário entender as possibilidades e limitações das tecnologias digitais como um instrumento de projeto. A indústria está cada vez mais interessada em incorporar condutas eficientes em seus processos, a fim de viabilizar a produção de objetos dentro desse contexto (SILVA, 2005).

O presente trabalho tem por objetivo investigar possibilidades dos processos de fabricação digital no contexto do design de móveis por meio de uma proposta de um design de cadeira para ambientes internos (sala de estar, jantar) ou externos (varandas, áreas de lazer), abordando simultaneamente os conceitos de produção em design aberto, uma vez que em nossa realidade o mesmo é capaz de mudar a forma como nos relacionamos e compartilhamos informações, logo com a fabricação digital e design aberto conectados é possível que produtos sejam facilmente personalizados com características exclusivas e sem fronteiras para sua produção. A colaboração entre designer x fabricante x cliente cria uma nova forma de vender, onde cria uma experiência agradável, onde todos ganham.

Os objetivos específicos deste trabalho são: 1) a identificação de potencialidades dos meios digitais de fabricação; 2) a comparação das condutas projetuais contemporâneas com os métodos tradicionais de projeto e fabricação, em aspectos relacionados ao tempo, a usabilidade e aos custos de produção e viabilidade de implementação; 3) a desmistificação dos aspectos de planejamento, design, produção e fabricação nos ambientes digitais de projeto; 4) a discussão de possíveis impactos da fabricação digital na sociedade.

Entende-se que a pesquisa e produção aqui propostas se justificam pela possibilidade de tornar mais compreensiva as técnicas de fabricação digital, temas ainda pouco explorados no contexto produtivo de Uberlândia, em detrimento de técnicas tradicionais de projeto que fazem uso necessariamente de representações gráficas planimétricas. Além disso, almeja-se que este Trabalho de Conclusão de Curso possa despertar o interesse de futuros estudantes pelos assuntos aqui abordados, visto que a temática está entre as mais discutidas atualmente, no contexto digital de produção.

2- DESIGN: EVOLUÇÃO EM PRODUÇÃO

2.1. Métodos de produção

Para a compreensão das diversas possibilidades no uso de tecnologias na produção de mobiliários, é de suma importância apresentar como se desenvolveram os sistemas de produção utilizados pela sociedade no decorrer da história. Desde o sistema de produção artesanal até a Revolução Digital, no início dos anos 2000.

Artesanato tradicional e conceito

A prática artesanal é empregada na sociedade desde o período neolítico (6000 a.C.), porém só se concretizou como sistema de produção na Idade Média, pois, anteriormente, a prática era utilizada apenas para atender as necessidades do homem por meio de objetos e instrumentos que o ajudavam em suas ocupações para sobrevivência – caça e armazenamento – com criatividade e expressão de seu mundo. O desenvolvimento produtivo do artesanato, tal como é conhecido, se deu no ano de 1600 (século XII), mas somente no século XIII chegou a seu ápice de popularidade. Neste período, houve uma ocasião oportuna dos cidadãos em praticar a atividade criativa, como um profissional do artesanato, podendo obter lucros a partir de seus ofícios. Inicialmente, a escala produtiva foi restrita, destinada aos membros de uma mesma família que, em sua maioria, trabalhavam nas próprias casas, em um ambiente que viria a ser conhecido como oficina (Figura 1). Essas oficinas deveriam ser abastecidas com suprimento e ferramentas necessárias ao processo criativo do artesão, que era o responsável direto por todos os procedimentos, desde a concepção até a execução do produto final (CHIAVENATO, 2013).

Desse modo a relação entre cliente, artesão e produto era extremamente íntima, o que permitia que cada peça: um móvel, um utensílio, um objeto específico, contivesse uma identidade única e exclusiva, destinada a um cliente específico, isto é, uma produção personalizada e original (Figura 2).



Figura 1 – Espaço de trabalho do artesão, em sua casa;
Fonte: <http://industriaearte.blogspot.com.br/>



Figura 2 – “Bule de café Wedgood”, 1760;
Fonte: Adaptado de Heskett (2006).

Do artesanal à arte industrial

No decorrer da história, o sistema artesanal de produção foi aos poucos sendo substituído pelo sistema industrial de produção, o que acabou por desestimular gradualmente a profissão de artesão, e, consigo a produção personalizada. Na realidade fabril, o artesão teve o dever de enfrentar o domínio da máquina que se difundiu rapidamente, sobrepujando a prática artesanal por meio da produção análoga de objetos (MARTINS, 1973).

Durante os séculos XVIII e XIX, os eventos que conduziram à modificação dos meios de produção ficaram conhecidos como a Revolução Industrial e, este marco histórico, também impactou as formas de concepção dos produtos, direcionados a partir de então para a geração de uma demanda do mercado (HOBBSBAWN, 2007).

Visto que a Revolução Industrial mudaria totalmente o caráter da fabricação no ano de 1850, permitindo que o artesanato fosse substituído, o designer industrial John Heskett (2006, p. 27) conclui:

“A Revolução Industrial não só transformou o artesanato tradicional, mas, com o aumento das inovações técnicas, fez surgir muitas novas indústrias que aplicavam processos mecanizados à produção de uma série de formas novas. Se esses produtos industriais eram excluídos de consideração estética quando julgados pelos cânones de filosofias artísticas de orientação tradicional, havia engenheiros e designers nas novas indústrias igualmente flexíveis para rejeitar influências estéticas e negar-lhes qualquer papel em seu trabalho. [...]” (JOHN HESKETT, 2006, p. 27).

Nesse contexto, o sistema de produção passou a ser efetuado de modo fragmentado, em que a figura do artesão deu lugar ao operário, orientado a conhecer partes do processo, ao contrário do artesão que, necessariamente, trabalhava em todo o processo produtivo. Assim, uma alteração na forma de

consumo dos produtos, não são mais pensados para o indivíduo, mas sim para uma sociedade, moldou o caráter comercial dos produtos, distanciamento este último de seus produtores, numa conjuntura em que produtor e produto, passaram a ser intermediados por um maquinário que os distanciava (CARDOSO, 2013).

Em constante extremo com desarmonizadores da estética, Gottfried Semper, um arquiteto alemão refugiado da Prússia durante a Revolução alegava em suas notas que havia uma teoria estética, em que a mesma deveria tornar definitiva a aceitação de evitar a indústria, mas confrontava os problemas da inter-relação entre a arte e indústria, ou seja, que uma tem dependência sobre a outra, pois o designer, arquiteto ou engenheiro deveria pensar em formas para tornar o produto que criara atrativo aos olhos de quem fosse o obter. Logo então, no século XIX, foram criadas as ferrovias, que é um fundamento da evolução do design com as novas tecnologias. À propagação de ferrovias para vários países da Europa foi atribuída a transformação do trabalho e do trabalhador do século XIX. Grandes indústrias foram pensadas visando à construção dessas ferrovias e, junto a elas, as locomotivas (Figura 3). Novos métodos construtivos também foram desenvolvidos visando inovar o design das máquinas, algumas delas concebidas individualmente, permitindo a figura de um artesão industrial (HESKETT, 2006).

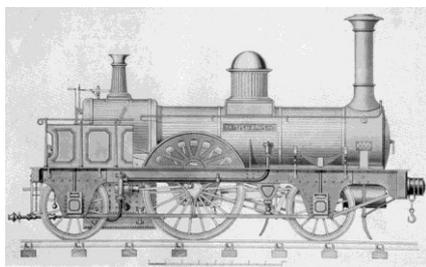


Figura 3 – Locomotiva Jenny Lind, 1847, projetada por David Joy fica claro na imagem o tratamento estético que recebia; Fonte: Adaptado de Heskett (2006).

A arte industrial associada à estética

Com o passar do tempo, a industrialização foi conquistando outros setores e logo se espalhando para outros lugares, não só na Europa. Alguns profissionais de outros países passaram a desenvolver seus projetos pensando nas novas estratégias de trabalho e com crescimento do ritmo da tecnologia. Logo, algumas fábricas tomaram o lugar das pequenas oficinas, que tinham como base o sistema artesanal de produção e, simultaneamente, estas se viram compelidas a projetar ambientes para abrigar um grande número de operários e máquinas, ainda que sem grandes preocupações com a salubridade e ergonomia dos espaços. (CARDOSO, 2013).

Alguns setores como a indústria da construção de locomotivas e a indústria moveleira desenvolveram técnicas próprias nesse período, como o caso dos irmãos Thonet, em Viena. Eles desenvolveram durante a década de 1830 uma série de experimentações em curvatura de madeira, nas quais se ferviam varas de madeira em cola dissolvida e se produziam curvaturas em moldes de aço, o que os tornou precursores deste processo industrial, considerado como uma das principais técnicas para se curvar peças de madeira, como é o caso de uma de suas cadeiras lançada no ano de 1836 (Figura 4).



Figura 4 – Thonet, 1930 – produção em série do móvel Cadeira 14; Fonte: Adaptado de OATES (1995).

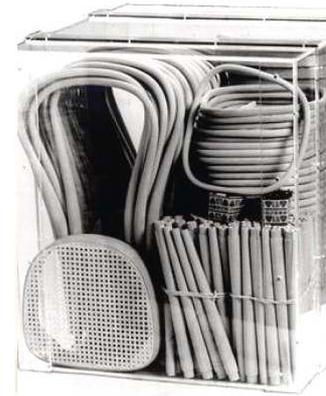
O modelo Cadeira 14 (Figura 5) se converteu em um símbolo para o design moderno, funcional e elegante, a partir da simplicidade nas formas com diversas inovações em sua composição, uma delas, tornando a embalagem compactada para a distribuição da mesma de maneira prática e segura (Figura 6). Neste caso, o maquinário contribuiu para o sucesso de uma produção em série, com base em uma padronização e utilização estética. Thonet, por sua vez, desenvolveu um elevado número de cadeiras com alto valor estético, utilizando métodos eficientes de manufatura. Este processo aliado a um alto desenvolvimento de sua rede de distribuição em grandes cidades fizeram os irmãos se tornarem mundialmente conhecidos (BUZETTO, 2014, apud CANDILIS, 1973).



Figura 5 – Cadeira Nº 14; Fonte: <http://tipografos.net/design/thonet.html>



Figura 6 – Embalagem de distribuição da Thonet – caixa com peças de 36 cadeiras; Fonte: <http://tipografos.net/design/thonet.html>



Arts and Crafts, crítica à produção em massa

Na segunda metade do século XIX, aconteceu também um movimento que defendia o artesanato em relação ao contexto crescente de mecanização e produção em massa, conhecido como Arts & Crafts. Defendido por Morris e outros profissionais, o movimento buscava o retorno da valorização do trabalho manual e a recuperação da dimensão estética nos objetos que eram produzidos nas indústrias (Figura 7). A nomenclatura Arts & Crafts “artes e ofícios” se deriva da ideia de Morris – a arte feita pelo povo e para o povo. Além de Morris, os críticos de arte Ruskin e Pugin, tinham fundamentos que se baseiam na consolidação teórica do movimento, ou seja, uma tentativa de unir o esteticismo dos produtos a uma reforma social, com relação à vida da população junto à arte (BÜRDEK, 2006).

No final do século, na década de 1890, o Arts & Crafts transcorre para o Art Nouveau por toda a Europa. O movimento se ligava a uma filosofia um pouco diferente da anterior, pois, o uso dos novos materiais (ferro, vidro e cimento) viria a ganhar, tratando de integrar arte, indústria e sociedade de massas. A aplicação do movimento na arquitetura, mobiliário, ilustrações se nota nos objetos de vidro de Émile Gallé e Louis Comfort Tiffany (Figura 8), a partir de uma análise de que o estilo valorizava a beleza, mas dando este alcance a todos os usuários. A união entre arte e indústria, forma e função, utilidade e ornamentos, é sem dúvida o objetivo primordial dos artistas do movimento Art Nouveau (BENEVOLO, 1998).

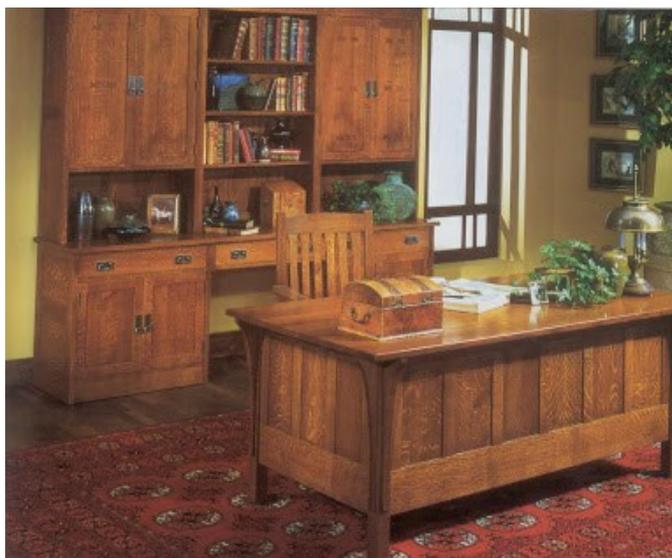


Figura 7 – Espaço interior característico Arts and Crafts, William Morris; Fonte: Adaptado de RUST; TURGEON (2000).

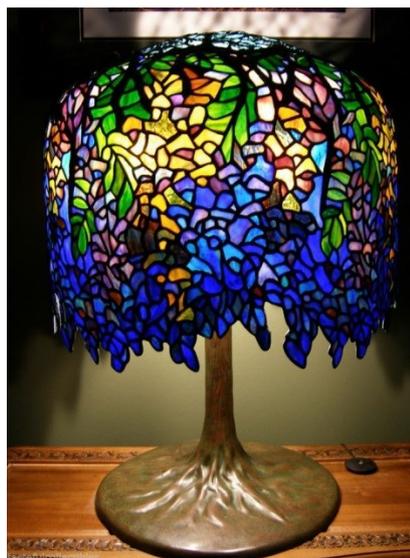


Figura 8 – “Abajur Tiffany” – Louis Comfort Tiffany, 1895; Fonte: <https://alexiscannariato.wordpress.com/>

2.2 O design de móveis em olhares modernos

Devido à mudança de produção causada pela Revolução Industrial, se fez necessário à presença de um responsável pela criação dos produtos, desde projeto até a execução final. Este profissional ficou conhecido como designer de produto. Sobre isso, o professor de design industrial Holger van der Boom (1994), define design:

“A palavra “design” se origina do latim, do verbo “designare” que é traduzido literalmente como determinar, mas significa mais ou menos: demonstrar de cima. O que é determinado está fixo. Design transforma o vago em determinado por meio da diferenciação progressiva. Design (designatio) é compreendido de forma geral e abstrata. Determinação por meio da apresentação. [...]” (BÜRDEK, 2006, p. 13, apud VAN DER BOOM, 1994).

No início do século XX, alguns arquitetos e designers davam início aos projetos de cadeiras em estilo moderno, nomes como Marcel Breuer, Ludwig Mies van der Rohe e Le Corbusier, entre vários outros artistas criaram uma nova identidade para os mobiliários, fazendo uso de metal tubular. A cadeira de Thonet também foi modificada logo após esse movimento de novas técnicas. Então, a partir de 1930, quando esses pioneiros alcançaram êxito em produzir ainda mais produtos e em muito menos tempo, este modelo ficou conhecido como um exemplo de ampliação racional (BÜRDEK, 2006).

Novo estilo de produção, o modernismo

A fim de discutir sobre a Bauhaus, considerada uma das escolas de design e arquitetura mais influente do mundo, se faz um breve histórico de alguns dos movimentos antecedentes, a Deutsche Werkbund e o De Stijl, somente para compreensão dos fatos referentes aos novos conceitos de habitar moderno que propulsionaram o mobiliário estar ligado à estética abstrata.

Fundada na cidade de Munique no ano de 1907, a Deutsche Werkbund (Liga de Ofícios Alemã), tinha como conceito uma associação de artistas com metas de melhorar o trabalho de arte por meio da formação e ensino. Representado por Peter Behrens, Theodor Fischer, Henry van de Velde, Mies van der Rohe e Walter Gropius, a conduta da Werkbund teve duas vertentes, a padronização e tipificação industrial de produtos e a arte individual. O marco desse movimento foi uma exposição de arquitetura em 1926, na cidade de Stuttgart, em um bairro que atualmente forma um conjunto arquitetônico que atua como museu (Figura 9). A exposição gerenciada por van der Rohe contou com a ajuda de um convidado renomado: Le Corbusier. Esta exposição foi o experimento que buscou a mesma configuração estética em todos os seus elementos, desde a estrutura do edifício, seu mobiliário e até os utensílios de cozinha (BÜRDEK, 2006).

Dez anos depois, na Holanda, o movimento De Stijl ganha forma e como o Werkbund também tinha uma filosofia de arte que incorporava uma visão inovadora sobre o estilo moderno. Em obras do movimento do De Stijl, o artista plástico Mondrian ficou reconhecido por sua abstração geométrica, por linhas horizontais e verticais, sempre assemelhadas a composição do preenchimento das formas nas três cores primárias. Um ano após a fundação, o grupo De Stijl ganha Gerrit Rietveld em sua composição de profissionais, foi criador do design da “Cadeira vermelha, azul e amarela” mais tangíveis do De Stijl. Rietveld prosseguiu fazendo vários experimentos referentes ao design de mobiliários e de ambientes sendo responsável pela exploração deste movimento artístico. A partir disso, ele produziu a Casa Schröder (Figura 12) no ano de 1924, que lhe permitiu criar com absoluta clareza o conceito “morar moderno”, em que a sua organização espacial possuía elementos funcionais que seguiam as formas de jogos linhas e planos e cores derivadas das obras abstratas e fazendo alusão a novas formas de habitação (HESKETT, 2006).



Figura 9 – “Bairro de Weissenhof”, Stuttgart, 1927; Fonte: Adaptado de Bürdek (2006).



Figura 10 – “Cadeira vermelha, azul e amarela,” – Gerrit Rietveld, 1918; Fonte: Adaptado de Heskett (2006).

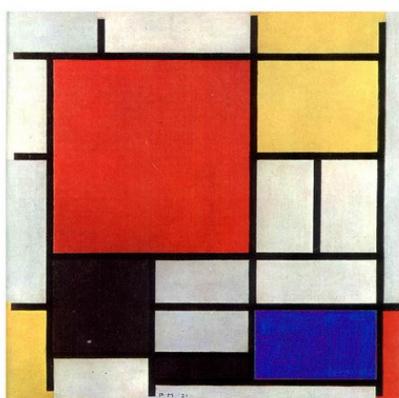


Figura 11 – “Composição com vermelho, amarelo e azul” – Piet Mondrian, 1921; Fonte: <https://www.buceriuskunstforum.de/>



Figura 12 – “Interior da Casa Schröder”, Utrecht – Gerrit Rietveld, 1924; Fonte: Adaptado de Heskett (2006).

Bauhaus, influência mundial

A Bauhaus, escola alemã fundada em 1919 por Walter Gropius, também membro do movimento anterior Deutscher Werkbund, teve como objetivo a união dos ensinamentos de Artes, Design e Arquitetura, com a finalidade de formação de uma nova geração de produção artística. Considerada a mais influente e famosa escola de arte do século XX, seus ideais se relacionavam à combinação entre arte e produção industrial, com o objetivo de solucionar as contradições como Luuk Boelens (2008, p. 64-65) cita:

“[...] a ideologia da Bauhaus baseou-se em um código de design duplo, em dois níveis complementares: o nível do Gesamtkunstwerk (a união de todas as artes na visão de um estilo arquitetônico abrangente do futuro) e o nível da machine art (a conexão entre os processos de produção artística e industrial). [...] A contradição problemática entre arte e indústria, entre design e tecnologia, foi então resolvida através da mediação entre o potencial artístico do artesanato

e o potencial de processamento dos meios mecânicos de produção em uma fase particular do processo de design. Este estágio foi o desenvolvimento tradicional e artesanal do protótipo, o padrão, que - como resultado artístico de experimentos de laboratório e base para a produção em massa - tornou a fusão arte-indústria lógica". (BOELENIS, 2008, p. 64-65).

A principal ideia de Gropius para a Bauhaus estava fundamentada em torno da arte e a técnica em união, segundo ele, a arte é independente de técnica, mas a mesma depende da arte. A Bauhaus se ligava ao pensamento da reforma social na passagem do século XIX para o século XX, marcado por móveis pesados em ambientes escuros, dando lugar ao minimalismo, marcado por uma clareza tanto na cor, quanto na forma dos mobiliários, sendo assim ficara claro que o modernismo havia chegado à sociedade desenvolvendo uma nova característica para a fabricação dos produtos, com novos materiais e com novos métodos de desenho (BÜRDEK, 2006, apud BECKER, 1990).

A sugestão de renovação arquitetônica defendida pela escola teve seu principal exemplo na aplicação da construção da nova sede (Figura 13) que se transferiu da cidade de Weimar para Dessau, no ano de 1925. Projetada pelo próprio diretor Walter Gropius, o edifício apresentava características inovadoras, uma forma pura, recorrente aos arquitetos e designers modernistas, com a utilização de novas tecnologias de construção, aplicação de materiais diversos, como a madeira, vidro e metal. A solução realizada foi resultado da filosofia sintetizada na frase: "a forma segue a função" de Louis Sullivan, que deu início ao design funcionalista ligado à arquitetura (CARMEL-ARTHUR, 2001).

A história da Bauhaus se divide em três etapas, em primeira instância, a fase da fundação, que aconteceu de 1919 a 1923, em princípio, como com uma função pedagógica que tinha como princípio, após a aprovação dos estudantes, o direcionamento de cada um para as categorias de ensino: oficinas ou laboratórios, onde Walter Gropius desenvolvia um esquema de construção do curso (Figura 14), que abrangia vários tipos de materiais. Assim, o estudante seria capaz de apurar as capacidades artísticas e manuais e, para ser aprovado, passaria por toda essa avaliação de modo que o mesmo estaria apto a exercer o próximo passo.



Figura 13 – Edifício da Escola Bauhaus, em Dessau, Alemanha, por Walter Gropius; Fonte: Adaptado de BÜRDEK (2006).

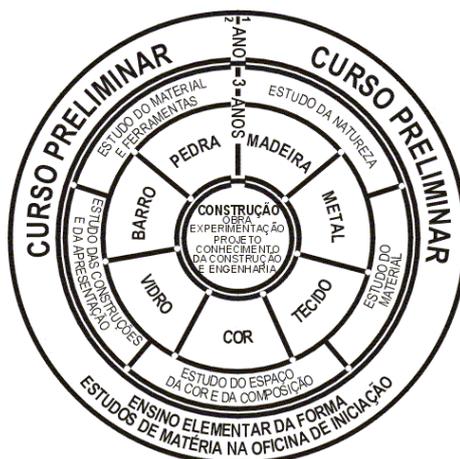


Figura 14 – Estrutura Curso Básico de Bauhaus, Walter Gropius, 1912; Fonte: Adaptado de Heskett (2006).

Em segunda fase, a fase da consolidação, no ano de 1923 a 1928, tornara cada vez mais a Bauhaus uma instituição de ensino e de produção de protótipos industriais (Figura 15), nos quais se buscava uma orientação para o contexto industrial da época, ou seja, havia uma preocupação em ensinar o aluno como se tornar um profissional apto. A oficina mais influente e frequentada foi a de metal, Marcel Breuer, então aluno, logo em 1925 se tornou o mestre onde ministrava o curso, com a sua desenvoltura em produzir o mobiliário em metal tubular (Figura 16). Na última fase da Bauhaus, em 1928, a fase da dissociação marcada pelo fechamento da escola pelos nazistas, o então diretor da época Mies van der Rohe, procurou reabrir e continuar as atividades em Berlim, como uma entidade privada. A Bauhaus era feita de metas, as duas centrais eram atingir a integração de todas as artes e produções em volta da estética e tornar a produção estética acessível a sociedade (BÜRDEK, 2006).

Visto que a Bauhaus possuía um programa original, no qual houve uma expansão de ideias a cerca à produção de massa em mobiliários, conclui-se Bernhard E. Bürdek sobre o particular significado da Bauhaus para o design de mobiliário (2006, p. 38):

“O design da Bauhaus foi essencialmente cunhado por um grupo de jovens arquitetos, cujo interesse central era a função dos produtos e os ambientes dos usuários. Com uma ruptura radical com o século XIX, onde se valorizava a decoração e a pelúcia nas casas burguesas, se dirigiam agora os designers para as questões tecnológicas. [...] O tubo de aço virado se tornou um sinal de “vanguarda” intelectual.” (BÜRDEK, 2006, p. 38).



Figura 15 – “Luminária de mesa” – Marianne Brandt, 1928; Fonte: Adaptado de CARMEL-ARTHUR (2001).



Figura 16 – “Cadeira Wassily” – Marcel Breuer, 1925; Fonte: Adaptado de CARMEL-ARTHUR (2001).

2.3 A influência do design ao longo século XX

A compreensão da função do design moderno como uma resposta a sociedade industrial do início do século XX passa pela percepção de períodos históricos precedentes, ligados às tecnologias surgidas em todos os períodos. As inovações tecnológicas, como a inserção de novos materiais nos mobiliários, objetos, etc. permitiram aos designers certa liberdade ao produzir e conceber soluções formais e funcionais que não eram enxergadas anteriormente, estabelecendo dessa forma novos paradigmas no design de produto da sociedade modernista.

Na década de 60, com o modernismo já em fase final devido à saturação do “estilo”, alguns grupos que se opunham e criticavam este movimento começaram a surgir, baseados na crítica do minimalismo pregado pelo Moderno. O Pós-Modernismo surge nos anos 60 e 70 após o declínio do período moderno, seu principal teórico foi Robert Venturi. O termo pós-moderno, como o próprio nome sugere, diz respeito a uma expressão usada para nomear o estilo que sucede o período Moderno, uma transição de mudanças, que obedeceu às características do movimento anterior, gerando obras complexas, contraditórias e inconclusivas, que fez a crítica conjecturar hipóteses sobre o conceito. O pós-modernismo criticou ao período moderno, seus valores e princípios, apresentando propostas alternativas, como a subjetividade (VENTURI, 1995).

O crítico formal do Archigram e Metabolismo Japonês

O movimento conhecido como Archigram teve origem na década de 1960, na capital inglesa, formado por Peter Cook, Ron Herron, David Greene e Mike Webb, entre outros, um grupo de jovens arquitetos que tiveram a ideia de publicar uma revista com objetivo de divulgação e, de certa forma, transmissão de suas críticas acerca do cenário da produção da arquitetura e design do período moderno. O termo “Archigram” deriva da expressão architectural telegram, que tinha como símbolo o uso da mídia e dos meios de comunicação para o ensino da arquitetura e design. Esse movimento era reforçado pela programação visual que, por meio de uma ideologia de estilo caracterizado pelo pop art, fez referência por colagens, ilustrações, elementos de outras mídias como: rádio, filmes e histórias em quadrinhos (Figura 17) (CABRAL, 2004).

Na primeira publicação da revista houveram evidências acerca da posição crítica do grupo do Archigram sobre o movimento moderno, mantendo-o como uma produção padronizada e convencional, afastando-o das vanguardas pregadas no início do período, no qual o ornamento tinha força e foi tomado pelas formas retas, simples e limpas. O grupo se opunha aos estilos de Le Corbusier. Mesmo reconhecendo os avanços tecnológicos de produção, a crítica se fundamentou nos aspectos relacionados à concepção da forma, pois a arquitetura moderna quebrou com o pacto do ornamento e o transformou em uma arquitetura rígida, com uso constante do concreto pré-moldado (SADLER, 2005).

A principal ideia do grupo, foi se contrapor à rigidez e padronização de produção, produzindo edifícios flexíveis, como experimentações no espaço urbano, como a famosa “Walking City”, uma espécie de veículo-cidade, que consistia em não ser fixo a um terreno (Figura 18) (SILVÉRIO, 2016).

Na mesma ideologia de crítica formal ao Modernismo, a forma como o Archigram se opunha a ideia racional por meio de uma cidade futurística, houve também uma proposta de um grupo japonês no final da década de 60, conhecido como metabolistas, houve um enorme desenvolvimento de ideias de uma construção de cidades utópicas e arquitetura móvel e flexível. A obra mais conhecida desse grupo foi a Torre Cápsula (Figura 19), localizada na cidade de Tóquio foi projetada por Kisho Kurokawa, em 1972. O projeto tinha o objetivo de atender a demanda da população japonesa em habitações mínimas, criando moradias para a população e, além disso, demonstrando diversos conceitos, dentre eles, tecnologias inovadoras no interior (Figura 20) dessas cápsulas para suprir as necessidades do homem. Os apartamentos-cápsulas de apenas 10m² e pregavam a ideia de que o homem necessitava de somente aquele espaço para sobreviver, cada cápsula foi projetada de forma independente e em módulos, para que fosse facilmente postas ou repostas se necessário, em

construções executadas em aço e concreto, matérias usados no período moderno (TARDIVO, 2012).



Figura 17 – Composição na Revista Archigram por Ron Herron, 1972. Fonte: <http://archigram.westminster.ac.uk/>

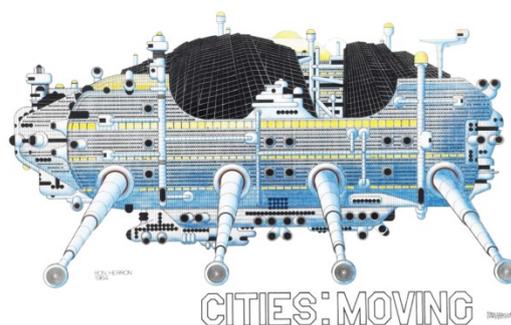


Figura 18 – “Walking City”. Fonte: <http://archdaily.com/>



Figura 19 – “Torre-Cápsula Nakajima”.
Fonte: <http://comover-arq.blogspot.com.br>



Figura 20 – Interior de cápsula da “Torre-Cápsula Nakajima”. Fonte: <http://comover-arq.blogspot.com.br>

Construção plástica high-tech, João Diniz e Ruy Ohtake

Em consonância com os pequenos espaços com tecnologias high-tech projetados pelas habitações sociais localizadas no Japão pelo pequeno espaço que território oriental oferece, no Brasil, apesar da abundância de um grande território, o arquiteto João Diniz, no ano de 1999, em parceria com o artista plástico e proprietário do imóvel Jorge dos Anjos, criaram uma pequena casa, conhecida como Casa Eugênia (Figura 21), situada em uma pequena cidade de mineira, Lagoa Santa, próximo a capital. A casa rica em plasticidade e sustentabilidade conta com dois pavimentos: social e privado, integradas ao cenário com a vista da natureza que percorre todo o local se aproveitando melhor o ambiente em que foi construído. Em sua construção, João Diniz desenvolveu uma estrutura híbrida, com o uso de tubos e telhas metálicas e promovendo uma ventilação natural; o telhado recebe um isolamento termo acústico onde une o conceito de uma arquitetura sustentável e em seu formato

curvado com expressões plásticas em suas fachadas, que são marcadas por desenhos em baixo relevo desenhado pelo próprio artista, Jorge dos Anjos (JACOB, 2016).



Figura 21 - "Casa Eugênia" por João Diniz e Jorge dos Anjos, 1999; Fonte: <https://casavogue.globo.com/>

Já em São Paulo, este conceito é marcado pela forma inusitada do Hotel Unique (Figura 22), projetado pelo renomado arquiteto Ruy Ohtake, e é estimado ser um dos hotéis mais importantes da arquitetura brasileira, pelos seus elementos de composição, como curvas sustentadas por empenas de concreto e madeira, inovações tecnológicas de construção, como a caixilharia e o seu revestimento em cobre com aberturas em forma circulares, fazendo alusão a um navio. Por sua forma única e reconhecível, o arco invertido parece estar suspenso ao ar. O hotel é marcado por seis pavimentos que abrigam 95 (noventa e cinco) apartamentos, os quartos das extremidades acompanham a curva do volume externo, o que se resulta em um fundo infinito, onde o piso se encontra ao teto (Figura 23). As janelas dos apartamentos são circulares semelhantes às escotilhas de um navio, além de figurativo, conta também com uma piscina construída por revestimentos de tom magenta, e oferece aos hóspedes sensações únicas ao se hospedar naquele local (SERAPIÃO, 2018).

O pós-moderno se faz de uma contextualização de formas, avanços tecnológicos acerca das produções e construções civis e de produtos, até mesmo a pequenos objetos que, projetados por um designer, se faz na mesma importância que outros mencionados. Com essas inovações, o pós-moderno abriu espaço à Era Digital, na qual as ideias além de serem desenvolvidas à mão, agora tem a chance de serem alteradas e melhoradas por meio dos aplicativos, ainda nas etapas de pesquisa da forma.



Figura 22 - Estrutura do "Hotel Unique"; Fonte: <http://www.coppermax.com.br/>



Figura 23 - Interior do "Hotel Unique"; Fonte: <http://www.casacommoda.com.br/>

2.4 Era Digital, o marco do presente

Do período final do século XX até atualidade, a sociedade tem feito uso de experimentos do avanço tecnológico em função principalmente da transição dos dispositivos analógicos para os digitais. Apesar de a internet existir desde a década de 80, foi nítida a mudança que ocorrera através da inserção da informática na vida cotidiana da sociedade, permitindo a difusão do personal computer (computador pessoal) totalmente estruturada a partir do ano de 2000, misturada no cotidiano em diversas profissões. Conseqüentemente, os avanços da computação se manifestaram nos aplicativos usados pelos profissionais de arquitetura, design e engenharia, em um processo conhecido como revolução digital ou terceira revolução industrial (Figura 24), marcada pela inserção da computação na sociedade, gerando rapidez na propagação de informações e acessibilidades de acesso na comunicação por meios digitais, estimulando seus usuários. No meio profissional de arquitetos e designers, a computação foi incorporada à prática de projetos como ferramentas de programação em CAD (computer-aided design) e, posteriormente, foi inserida a modelagem paramétrica. Desse modo, a Era Digital se difere em relação aos processos tradicionais de projeto, no qual o design deixa simplesmente ser inspirado para processos computacionais para de fato, ser produzido digitalmente (JONES, 2015; MATTOS, 2013).



Figura 24 – Capa da revista “The Economist” de abril de 2012; Fonte: <http://www.biblioteca.itamaraty.gov.br/>

CAD/ CAM e os métodos de fabricação digital: aditivos e subtrativos

As concepções de projetos vêm sofrendo mudanças drásticas desde meados do século XX, graças aos movimentos artísticos anteriores à Era Digital, como o pós-modernismo. O desenvolvimento de aplicativos computacionais, em particular, com linguagens de programação incorporada aos aplicativos CAD tornou possível a utilização da modelagem geométrica diretamente para a produção, desde maquetes a protótipos com escalas reduzidas ou em tamanhos reais (MITCHELL; McCULLOUGH, 1995).

As expressões CAD e CAM surgiram juntamente com os computadores na década de 1960 após o uso de aplicativos para a modelagem e fabricação de peças mecânicas. O projeto assistido por computador ou simplesmente, CAD (computer-aided design) são sistemas computacionais usados para facilitar o processo de desenvolvimento de projeto, nos quais arquivos de fabricação podem ser produzidos automaticamente. Aplicativos como o Rhinoceros, conta uma interface com 4 (quatro) telas de visualização: 1 (uma) perspectiva e 3 (três) telas em visualização 2D (Figura 25) todas operando juntas e simultaneamente, além de permitir a configuração de parâmetros de fabricação. Esses avanços possibilitaram a perspicácia de arquitetos e designers na concepção de seus projetos, como Norman Foster e Zaha Hadid (Figura 26), responsáveis pela busca de formas complexas para construção civil, com isso, solucionando questões no cotidiano dos escritórios. A preocupação de produzir ferramentas ainda mais eficientes para elaboração destes projetos ocasionou um novo paradigma desses processos de fabricação (LEACH, 2014; NARAYAN, 2008).

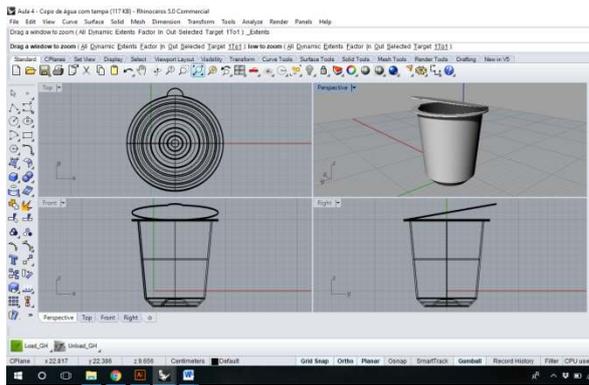


Figura 25: Amostra de interface do software Rhinoceros 3D;
Fonte: Elaborado pela Autora.



Figura 26: Edifício “[Centro Heydar Aliyev](http://archdaily.com/)” por Zaha Hadid, projetado em modelagem paramétrica; Fonte: <http://archdaily.com/>

De maneira contígua ao CAD, a manufatura auxiliada por computador ou CAM (computer aided manufacturing) faz associação ao processo de produção de um determinado produto, seja ele complexo ou simples, em um processo CNC (Controle Numérico Computacional). A fabricação CAM opera em posição originária do sistema CAD, ou seja, o projeto criado pelo aplicativo CAD gera um arquivo de programa com comandos específicos, nos quais se tornam possíveis às transferências desses dados diretamente para uma máquina CNC, que vai operar a fabricação das peças. Quanto maior o detalhamento dessas peças em CAD, maior a precisão dos caminhos de corte gerados pelo CAM resultando numa peça com qualidade (NARAYAN, 2008).

A partir dessa técnica, surge a operação de fabricação digital que formaliza a produção de diversos objetos físicos, por meio de modelos computacionais e máquinas CNC, o que impacta nos métodos projetuais e em possibilidades diversas, nas quais a manufatura controlada por dados numéricos, possibilitando a personalização, além de proporcionar ao projetista maior contato com o processo de fabricação do projeto concebido pelo autor (ALVARADO; BRUSCATO, 2009).

O Massachusetts Institute of Technology (MIT) foi um dos primeiros institutos a trabalhar com fabricação digital, sendo responsáveis pela implantação de laboratórios para fabricação digital conhecidos atualmente como FABLABs, que tem como base a experimentação e investigação acerca da fabricação digital, permitindo aos projetistas desenvolver seus produtos e componentes (BARROS, 2011).

A tecnologia CNC tem se tornado um dos processos mais acessíveis de produção digital, incluindo as impressões tridimensionais. As máquinas CNC Router operam desde produtos pequenos, como joias, mobiliários até artefatos maiores da construção civil, como casas e edifícios, além de propor a possibilidade de uma gama de variedades de matérias-primas para a composição de um determinado projeto. As principais vantagens que a

tecnologia CNC oferece aos fabricantes e designers: ofertar ao profissional o controle de manipulação dos materiais através do projeto, promover a adaptação e disponibiliza-se a condição de personalização por meio da modelagem paramétrica e design de gerações (SEELY, 2004).

De acordo com Celani e Pupo (2008, p. 32), os processos de produção de produtos são classificados de acordo sua finalidade ou número de eixos a ser produzido, ou seja, se for destinado a teste e avaliações, o sistema de produção será definido como prototipagem rápida; quando a finalidade for produzir artefatos com escalas maiores o sistema será chamado de manufatura ou fabricação, em referências as dimensões, a explicação se tornam:

“[...] esses sistemas possuem tipicamente duas dimensões, duas dimensões e meia e três dimensões. Um exemplo de sistema de duas dimensões é a cortadora de vinil, que corta apenas papel ou outros materiais finos. Uma fresa de controle numérico com um spindle (eixo) pode cortar figuras planas e executar relevos, porém não é capaz de produzir modelos tridimensionais complexos. Por esse motivo esse tipo de equipamento é frequentemente chamado de 2.5D. Já uma fresa de três eixos ou um sistema de impressão 3D são considerados efetivamente tridimensionais. No que se refere à maneira como produzem os objetos, os métodos automatizados podem ser do tipo subtrativo, formativo ou aditivo” (CELANI; PUPO, 2008, p. 32).

A denominação prototipagem rápida faz associação aos processos aditivos de material que, do mesmo modo que os processos subtrativos advêm dos controles numéricos computadorizados (CNC). Os processos aditivos fundamentam-se em solidificar ou depositar os materiais em camadas, podendo resultar em formas tridimensionais. O principal processo aditivo consiste em torno da impressão tridimensional ou impressão 3D é baseada na tecnologia de impressoras a jato de tinta, com a mesma funcionalidade que consiste no depósito do material (em maioria dos casos, são usados polímeros termoplásticos) por meio das saídas de impressão sobre uma camada até finalmente resultar em um produto. Impressoras tridimensionais estão disponíveis tanto para trabalhos profissionais como para aplicações domésticas (SEELY, 2004).

A fabricação digital presume a produção de peças diversas e pode auxiliar os processos de design e arquitetura, além da indústria metalomecânica, aeroespacial e automotiva, permitindo desenvolver produtos tanto em prototipagem rápida como na produção em série.

Em contraposição ao sistema aditivo que consiste em depositar matéria a uma camada, os sistemas subtrativos consistem em extrair matéria-prima por meio de fresas, facas e lasers, existem vários tipos de CNCs, elas variam de acordo com função do tipo de material, escala e a finalidade do projeto, se destacam nas principais: Fresadoras CNC e Cortadora Laser (SEELY, 2004).

A CNC Milling destina-se a criação de formas tridimensionais, ou seja, trabalha em processos de fresagem em materiais como metais, madeiras ou plásticos em função de fresas que se movimentam nos eixos x, y e z por meio dos comandos numéricos enviados para a CNC, ou seja, o programa permite definir a taxa de avanço da máquina e a precisão que será alcançada, na maioria das vezes são usadas para executar componentes individuais, como matrizes e peças de menor escala. Uma desvantagem encontrada nesse procedimento é a velocidade de processamento lento, além de promover alto nível de desperdício de material (SEELY, 2004; HAUSCHILD; KARZEL, 2011).

Por sua vez, a Fresadora CNC pode ser utilizada na concepção de formas bidimensionais em chapas, placas, lâminas de materiais, plásticos ou metais, realizando o corte e usinagem do material por meio das fresas. Os eixos definidos a partir do programa operado permite a movimentação na dimensão 2,5D, ou seja, a movimentação apresenta cortes em profundidades distintas dentro do material, no qual vista de cima, apresenta todas as superfícies paralelas ou em 90º graus, diferindo da movimentação na dimensão 3D, são utilizadas para escala de ampla aplicação, desde um pequeno objeto a grandes construções, as vantagens desse procedimento contam com uma variedade de formatos a ser operados, além de ter um baixo custo de aquisição (SEELY, 2004).

Por sua vez, a cortadora a laser é conhecida por seu feixe de luz altamente energético, no qual gerado por um laser é capaz de cortar chapas e materiais em madeiras, papéis, plásticos, metais e cerâmicas, semelhante a Fresadora CNC, é possível a operação em vários formatos, porém, normalmente é limitada a operação de corte e gravação, trabalha em dimensão 2D, uma de suas vantagens é que o material ao ser cortado absorve energia e em resultado aquece em um período curto de tempo, tornando o processamento ágil, além de não ocorrer o desgaste do maquinário, pois o mesmo não entra em contato direto com o material, como é ocorrido nos outros procedimentos, todavia, o calor gerado pelo feixe de luz pode alterar a superfície de determinados materiais (SEELY, 2004; HAUSCHILD; KARZEL, 2011).

Os materiais são organizados em diferentes tipos, suas propriedades são estruturadas de acordo com suas características sendo elas, físicas, mecânicas, térmicas, etc., esses materiais para fabricação digital estão pendentes as conveniências de cada processo, ou seja, nos métodos aditivos há a transformação do estado físico do material, onde os materiais sólidos submetem a processos térmicos, sendo assim manipulado para gerar os componentes determinantes do projeto em CAD, este sistema está limitado ao grupo dos termoplásticos e alguns metais de resistência latente. Os sistemas subtrativos por sua vez, fazem uso de materiais no estado sólido, este método abrange uma diversidade de materiais, como madeiras, plásticos, metais,

cerâmicas, como já mencionado, a relação entre esses diferentes equipamentos do método subtrativo com o tipo de material usado em cada processo é explicado na (Tabela 1) (ALVARADO; BRUSCATO, 2009).

Material \ Processo	Madeiras Naturais	Pedras Minerais	Metais Ferrosos	Alumínios	Cerâmicos	Polímeros	Elastômeros
CNC Milling	●	●		●	●	●	
CNC Router	●	●		●	●	●	
CNC Laser Cutter	●	●	●	●	●	●	●

Tabela 1: Processos subtrativos e seus respectivos materiais; Fonte: Adaptado de BARROS (2011).

Personalização para o usuário

Nas diversas mudanças dos padrões sociais e da economia que foi provocada pela Era Digital, atualmente se destaca a popularização do uso de smartphones, há uma média em que 60% da população mundial faz uso desses equipamentos; o crescimento dos comércios em lojas virtuais por meio de sites e redes sociais; e a personalização de produtos e serviços que vem aumentando gradativamente de acordo com a necessidade e desejo do consumidor, houve uma crescente de todos esses destaques na economia de mercado mundial (MATTOS, 2013).

Logo, no início do século XXI, pôde observar-se em alguns setores da economia, uma intenção na individualização da produção cada vez maior seguindo os parâmetros da produção artesanal. Por tanto, apesar de ser uma produção personalizada, a mesma tem a preocupação maior em atender, uma gama de consumidores de forma ágil e com finalidade de destaque à concorrência, por isso se configura em um novo tipo de produção: a personalização em massa (DA SILVEIRA, 2001).

A personalização dos produtos para o usuário em algumas empresas para que ocorra um bom funcionamento do novo meio de produção é relacionada a uma rede de operações de trabalho, ou seja, cada trabalhador é responsabilizado por uma operação ou uma série de operações, como na produção em massa, mas os que diferem é que cada atividade operada é

independente da outra, logo, para que a personalização dos produtos funcione em perfeito estado é necessário 2 (duas) características organizacionais, 1) O projeto do produto a ser fabricado deve ser constituído em módulos independentes, para uma facilidade de montagem dos mesmos sem que haja um aumento de custo; 2) é imprescindível que tenha um plano de marketing que ofereça aos clientes uma flexibilidade desde o momento em que o pedido é feito até mediante a entrega do produto final (CÔRREA, 2004).

Um fator que deve ser levado em conta é que a personalização em massa, não é uma personalização totalmente completa do produto, e sim uma customização que a empresa/ marca oferece ao cliente para que possa haver uma diversa gama de variedade daquele mesmo produto sem alterar sua forma original. Para uma perspectiva maior de compreensão do assunto, o estudo de caso a seguir visa essa concepção.

A empresa de sapatos paulista Insecta Shoes, voltada para o setor de calçados ecológicos e veganos dispõe de uma gama de variações em seus modelos de calçados, como mostra a imagem, eles trabalham com vários modelos, e cada modelo atende clientes de todo tipo, homens e mulheres, com tamanho que vão do - 33 ao 42 -, além disso eles dispõe de uma variedade de estampas (Figura 27) que permite ao consumidor escolher, o seu modelo, seu tamanho e sua estampa. Além disso, a empresa conta com uma produção ainda mais personalizada para o consumidor onde o mesmo pode doar um tecido (que esteja em boas condições e que seja suficiente) para a montagem de um sapato (INSECTA SHOES, 2018).

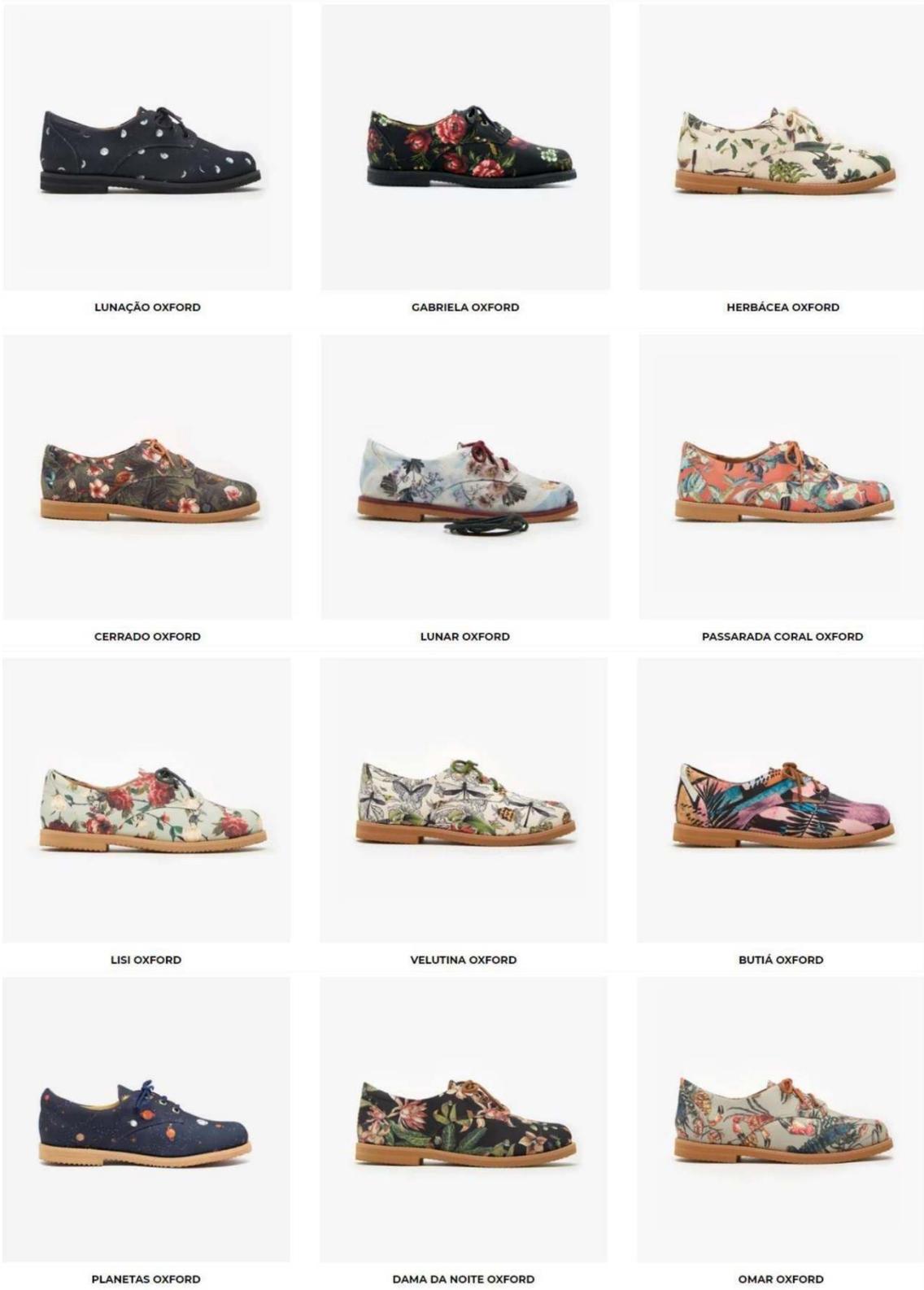


Figura 27: Variação de estampas para um só modelo;
 Fonte: INSECTA SHOES (2018).

Personalização em massa em função do design para o usuário

Este sistema consiste na aplicação de tecnologias digitais modernas, como o design paramétrico e a fabricação digital, no qual há a produção de conferir ao produto, atributos modulares e flexíveis de configuração que estabelece uma interação entre o produtor e cliente. Um exemplo de representação desse sistema de mudança nos paradigmas atuais é a produção de habitações, em que o objetivo principal é promover satisfação às necessidades e expectativas aos moradores de acordo com seus desejos particulares, mas realizada em larga escala, se torna padronizada, assim como a lógica industrial propõe (Tabela 2) (DINCER, 2014); além disso, Wanda Dye questiona acerca da personalização em massa (2004, p. 218-219):

“[...] A indústria tradicional de produção em massa é burocrática e hierárquica. Sob uma estreita supervisão, os trabalhadores reproduzem tarefas definidas e repetitivas. Resultado: bens e serviços padronizados e de baixo custo. Resultados típicos em arquitetura: processos, técnicas, e projetos homogêneos, rígidos, fixos, autoritários, hierárquicos, pré-determinados, formulados, etc. [...] A personalização em massa exige flexibilidade e rápida capacidade de resposta. Em um ambiente sempre em mudança, pessoas, processos, unidades e tecnologias são reconfiguradas para dar aos clientes exatamente o que eles querem. Coordenadores independentes, indivíduos capazes e um sistema eficiente de ligação é crucial. Resultado: bens e serviços personalizados, de baixo custo e de alta qualidade. Resultados típicos na arquitetura: processos, técnicas e projetos heterogêneos, flexíveis, adaptáveis, colaborativos, não hierárquicos, baseados em parâmetros, etc.” (DYE, 2004, p. 218-219).

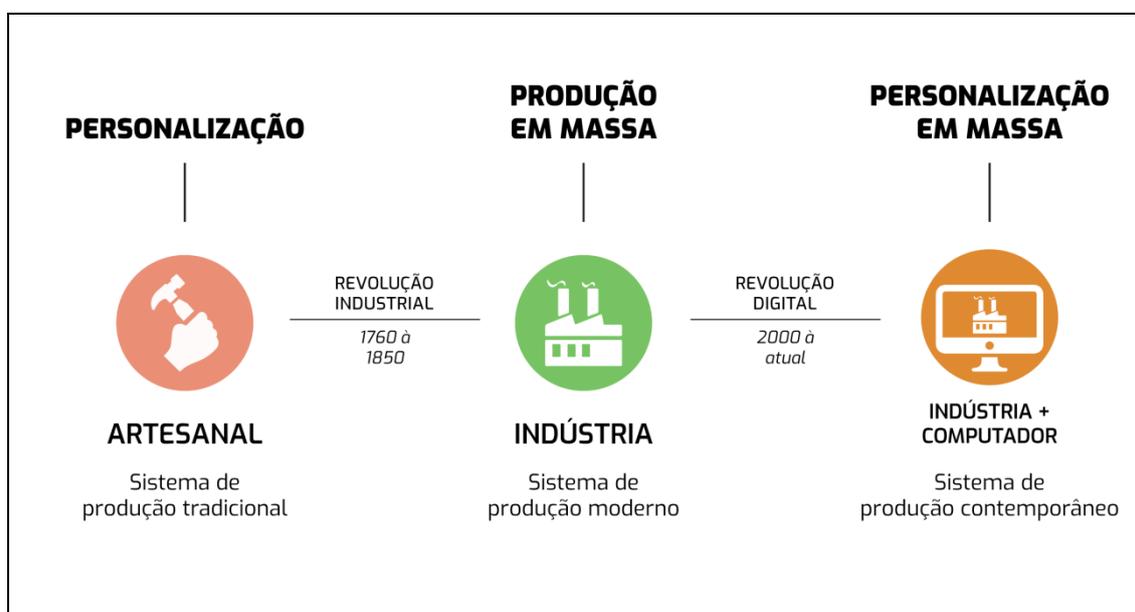


Tabela 2: Evolução dos modos no sistema de produção;
Fonte: Autora.

A introdução dos avanços tecnológicos abre espaço a novos modos de conceber projetos para a arquitetura e design, o design paramétrico, por sua vez, vem se emergindo gradativamente pelos pesquisadores de arquitetura e design e também aos profissionais de computação, o design paramétrico está ligado à geração de formas por meios de programação ou o uso de parâmetros para definir uma forma, ou seja, o designer ou arquiteto deve calcular as variações de um determinado objeto que ele pretende explorar para finalidade de determinação das transformações possíveis que podem ser gerados (HERNANDEZ, 2006).

Os termos para design paramétrico podem sugerir outros conceitos e definições, mas a definição de Design Paramétrico mais atual é proveniente de Leach (2014, p. 34):

“Design Paramétrico, atualmente, refere-se genericamente à utilização de software de modelagem paramétrica. Softwares paramétricos admitem ligar parâmetros numéricos e geométricos, permitindo assim ajustes incrementais de uma peça que, em seguida, afeta todo modelo em cadeia. A diferença do design paramétrico para o processo tradicional de projeto é que no design paramétrico as partes de projeto são inter-relacionadas e mudam juntas, de forma coordenada. Essa conexão facilita mudanças, relações e reparos no projeto, reduzindo retrabalho e facilitando possibilidades.” (LEACH, 2014, p. 34).

Atualmente, a utilização de programação CAD paramétrica vem se inserindo cada vez mais na prática profissional e em pesquisas acadêmicas. Estes programas para projetos paramétricos podem ser denominados também por softwares de “geometria associativa”. Este programa por sua vez, promove aos usuários em seus processos de projeto um tipo de busca num banco de dados criado através dos comandos passados para o software, onde durante o processo de projeto as decisões são codificadas junto à definição de forma, sendo capaz de recuperar em qualquer passo do desenvolvimento (BURRY; KOLAREVIC, 2003).

Por tanto, a partir destas definições de conceito acerca do que se trata design paramétrico, conclui-se sendo uma área do design em que o produto ao ser projetado é concebido através de um anexo de parâmetros que se relacionam ao uso de ferramentas digitais que são capazes de fornecer variadas formas a modelagem, que podem ser mudadas a qualquer momento do processo. Para uma análise objetiva e clara do termo design paramétrico, a ilustração a seguir (Figura 28) confere explicação de um sistema paramétrico do processo de produção de um pente, em que cada atributo é controlado a um parâmetro, no qual a alteração de parâmetros implicaria no produto final, sendo assim, a possível geração de inúmeras possibilidades de um produto (VIEIRA, 2014).

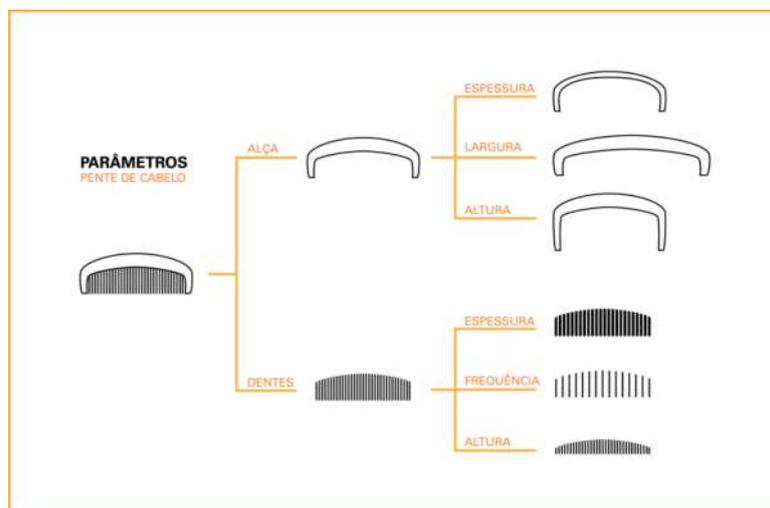


Figura 28: Representação de parâmetros: "Pente de cabelo e alguns de seus atributos";

Fonte: Adaptado de VIEIRA, 2014

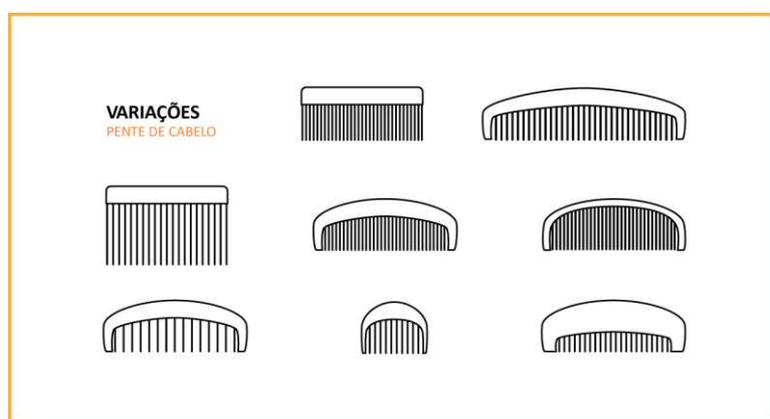


Figura 29: Algumas possibilidades de produtos possíveis a partir da alteração de seus parâmetros.

Fonte: Adaptado de VIEIRA, 2014

Como todo processo de produção, o design paramétrico apresenta suas vantagens e suas desvantagens, portanto:

Vantagens: Devido às características que o design paramétrico organizar parâmetros, o que resultará em combinações diversas e levando à descoberta de novas formas daquele projeto gerando um aproveitamento melhor e maior de tempo e esforço para conceber uma infinidade de possibilidades dentro de apenas um modelo. Com isso, gera uma aproximação entre o designer e o projeto, devido à modificação de diferentes parâmetros num modelo. Logo, com essas alterações tornando o projeto complexo e gerando a impossibilidade da previsão do resultado final, de modo que através das gerações às soluções, pode dar origem a resultados não previstos anteriormente (AISH; WOODBURRY, 2005).

Desvantagens: estas dependem somente do designer em definir as diversas relações de parâmetros, onde o mesmo deve antes de começar a modelagem, considerar os aspectos bons e ruins que podem acontecer durante todo o processo de concepção, desde as possíveis modificações com as variações de parâmetros entre as possíveis falhas que pode resultar se o planejamento não for bem executado (AISH; WOODBURY, 2005).

Design Generativo, métodos de gerações

Como já mencionado o uso de novas tecnologias para o processo de criação em design e arquitetura tem possibilitado concepções inéditas de projetos e produção, mais do que algumas ferramentas já concretizadas no campo do design, como softwares de modelagem e programação visual, onde o design se torna competente em gerar novas formas, como temos visto em design paramétrico e agora no design generativo. Em meio a temática, o design de gerações nasce com um conceito desconhecido e inédito, mas similar ao design paramétrico, para uma compreensão do seu conceito se faz necessária analisar a origem da palavra principal, gerar: que tem significado de “conceber, produzir, projetar e originar”. Como o design paramétrico, acompanhado da fabricação digital, o design generativo também acompanha a produção de diversas aplicações, tanto numa escala de design de produto como na indústria (PEDRO, 2016).

O mesmo, ainda se considera carente de estudo e entendimento, dos quais os motivos para isso é a não familiarização com a programação que é comum entre profissionais e alunos de design.

Com isso, Fischer e Herr (2001, p. 1-2) afirmam sobre a produção de “gerações”:

“A produção de “gerações” a partir de projetos iniciais é imanente à variação e reprodução de toda a vida. É uma ideia bastante óbvia adotar essa abordagem natural para o design feito pelo homem e para perceber que os designers de gerações de produtos podem escolher ‘sobreviventes adequados’, que prometem fazer sentido particular em determinados contextos. Desta forma, design generativo representa o interesse da disciplina de design para aplicar inspiração natural, não só em termos da criação de produtos, mas também em termos do processo de criação” (FISCHER, T.; HERR, C. 2001, p. 1-2).

O design generativo não está restrito à aplicação em diferentes tipos de ferramentas, os computadores se fazem presentes para resolver essas razões, gerar design é uma abordagem de caráter industrial voltada para produção, na medida em que se torna eficiente se faz necessário uma produção de grande número de produtos, ou seja, soluções. Essas soluções de design generativo

são representações digitais, onde há uma permissão para trocas de valores resultando em vários resultados de sua modelagem, produção ou aplicação real de um produto. Em virtude disso, há duas razões para a carência de metodologias em design generativo, elas se caracterizam por não haver muitos materiais explicativos e introdutórios, além dos termos serem considerados vagos, pois a frequência das abordagens acerca de design generativo não são explicadas de forma clara e objetiva, modelos de ilustrações são presentes para tornar essas explicações mais fáceis (Figura 30), esses modelos pode ser útil para o entendimento do mesmo e estimular a procura, ainda assim, quando tratada questões como conceitos, termos, execução, com esses modelos ilustrados pretende-se complementar essa dúvida (FISCHER; HERR, 2001).

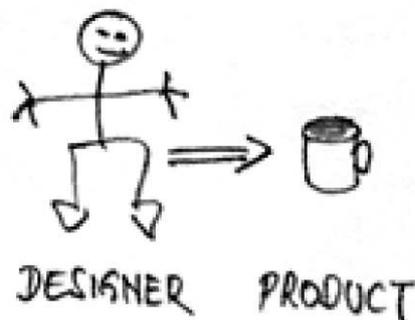


Figura 30: Abordagem de design tradicional;
Fonte: Adaptado de FISCHER; HERR (2001).

A metodologia de design generativo se destaca a cima de outras explicações acerca do design, uma vez que durante o processo de projeto em design, o profissional não tem muito contato com os materiais para produção e nem aos produtos de maneira direta ou a prática dos mesmos, mas no design generativo há um sistema que pode ser seguindo, conforme (Figura 31):

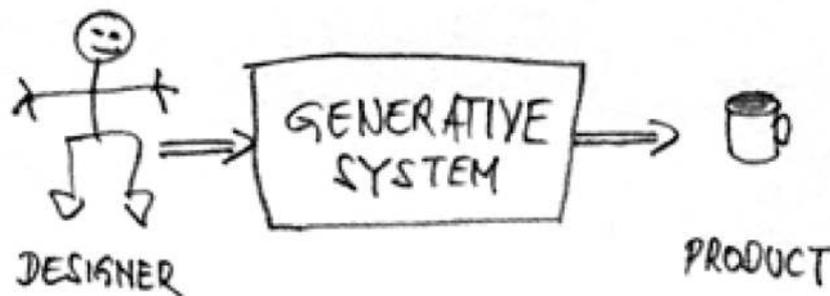


Figura 31: Abordagem de design generativo;
Fonte: Adaptado de FISCHER; HERR (2001).

Em explicação, Fischer e Herr (2001, p. 5) sugerem que, o design generativo tem a missão de aperfeiçoar a criatividade do designer, uma vez que se permita a diversas explorações em forma e espaço. Por isso, eles afirmam:

“Como é de conhecimento geral, os computadores são muito estúpidos e só executam o que estão programados para executar, de modo que a ideia de

que softwares geradores possam suportar um processo criativo parece questionável à primeira vista. No entanto, a permutação automática de um grande número de elementos de design pode de fato inspirar idéias e conceitos, que os designers não necessariamente teriam considerado sem o apoio de uma ferramenta geradora” (FISCHER, T.; HERR, C. 2001, p. 5).

Em conclusão do método em design, de inovar as habilidades de gerações de um projeto, a aprendizagem desse conceito estabelece um padrão que se adequa a criação dessas situações, uma vez que esses projetos tenham sido concebidos por ferramentas digitais, com isso surge uma crítica, levando a uma pergunta: “O que o design generativo pode ou não fazer?” Ao final, a resposta gere em contraponto a afirmação de Wittrock (1990), onde “geração que não é descoberta é o processo de uma compreensão.” (FISCHER; HERR, 2001, apud WITTRUCK, 1990).

3- MÉTODO

3.1 Projeto de Design de Mobiliário: Design para o usuário em relação à personalização em massa e fabricação digital

O projeto a ser desenvolvido será uma proposta de assento para ambiente de uso interno ou externo, tendo como sugestão um projeto a ser disponibilizado em plataformas digitais como arquivo open source (código aberto) para serem baixados e fabricados por fabricantes locais, fornecendo ao usuário uma gama de opções de customização desde a escolha do material ao acabamento a ser fabricado.

Desse modo, o projeto contará com uma identificação das potencialidades dos meios digitais de fabricação, onde haverá a comparação das condutas projetuais atuais com os métodos fabris tradicionais, em aspectos relacionados ao tempo, a usabilidade de equipamentos de maquinaria e aos custos de produção.

Open Source

Open Source, do termo em inglês código aberto, criado e idealizado em meados da década de 1990, por Eric Raymond e outros fundadores da OSI (Open Source Initiative) é a denominação de um código-fonte de um determinado software ou plataforma, no qual pode ser ajustado para diversos fins. Por não exigir um custo de licença, um software open source na maioria dos casos são ferramentas/ arquivos para download que são compartilhadas online por seus

criadores, podendo ser acessado esses arquivos ou ferramentas por qualquer indivíduo de qualquer local no planeta, sem restrições, tal prática criada tendo a finalidade de apresentar de forma mais comercial e livre para empresa, evitando um discurso ético (JÚNIOR, 2003).

Apesar de serem projetos disponibilizados gratuitamente, os projetos são registrados e possuem patente que protege os direitos de propriedade intelectual do criador. Os arquivos abertos podem ser baixados online para uso pessoal, porém é proibido a prática para o uso comercial (JÚNIOR, 2003).

Plataformas Digitais: Open Desk

Empresas e designers independentes compartilham projetos abertos em plataformas digitais de mobiliários para serem fabricados com chapas de compensado e cortados em máquinas CNC.

A prática Open Source no segmento do design de produto surge da tendência do DIY (do it yourself – faça você mesmo), onde o próprio usuário tem acesso ao arquivo de projeto para fabricação de sua própria peça. A proposta do design aberto é a conexão mútua entre designers x fabricantes locais x clientes, sendo assim excluindo intermediários e custos de exportação e importação, logística e distribuição (JÚNIOR, 2003).

Há várias plataformas digitais onde o usuário tem acesso a uma gama de projetos disponíveis para download e serem fabricados junto a fabricante locais próximos, uma empresa que se destaca nesse segmento é a Opendesk, com uma iniciativa de produção de mobiliário com base nos princípios de design aberto. O objetivo principal da Opendesk (Figura 32) é criar uma experiência entre designers, fabricantes e clientes, onde todos sejam beneficiados (OPEN DESK, na íntegra).



Figura 32: Objetivo de compra x venda Opendesk;
Fonte: Adaptado de OPEN DESK (2021).

A Open Desk conta com uma diversidade de peças (Figura 33-34), de diversos designers, como mesas, cadeiras, armários, bancos e escrivaninhas, sendo eles para uso integrado ou individual. Os móveis são projetados para que

o cliente final consiga fazer a montagem sem dificuldade e também são planejados em seu plano de corte contendo o melhor aproveitando das chapas e encaixe (Figura 35), os mobiliários contam com variedade em acabamento (OPEN DESK, na íntegra).

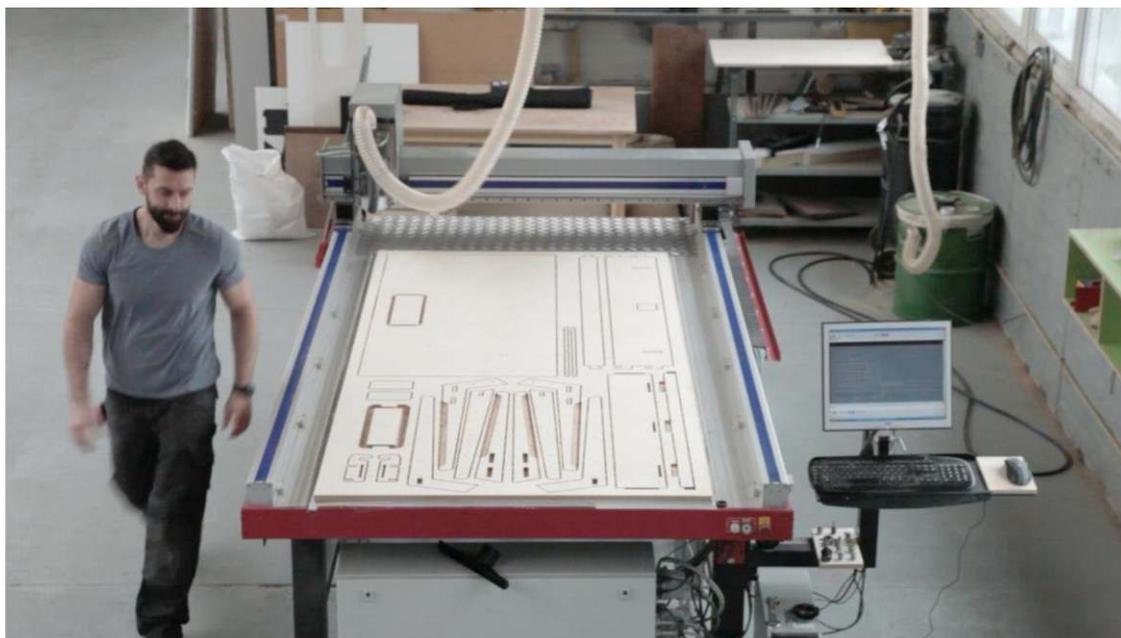


Figura 33: Cadeira Valoví, Denis Fuzzi, Opendesk;
Fonte: Adaptado de OPEN DESK (2021).



Figura 34: Cadeira Slim, Jose Pacheco, Opendesk;
Fonte: Adaptado de OPEN DESK (2021).

A prática funciona da seguinte forma, o interessado escolhe o projeto que mais tenha se identificado e que supra suas necessidades ao adquirir o móvel, logo ele terá a opção de fabricar a peça em um FabLab ou oficina pessoal, ou mesmo ser conectado a uma empresa maker mais próxima credenciada pela Open Desk. No Brasil, em cidades como São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba já existem empresas parceiras capacitadas para atender futuros compradores, os valores para a fabricação variam de acordo com o móvel desejado. A produção pode ser cobrada por hora de trabalho da máquina, ou pelo valor do produto, variando também pelo material utilizado na fabricação (OPEN DESK, na íntegra).



*Figura 35: Disposição das peças na chapa de compensado, em um fablab, Opendesk;
Fonte: Adaptado de OPEN DESK (2021).*

Estudos de Caso

Para o alcance de referências práticas e próximas que possam contribuir para o resultado do projeto, serão realizados alguns estudos de caso no meio do design de mobiliário que empregam a usabilidade do design aberto que tem a possibilidade de implementação da fabricação digital. Em primeira instância, será analisada a linha de mobiliários Layer, composta por cadeira e mesa, ambos desenvolvidos por Jens Dyvik, em 2011, além disso, Jens atua na área do design aberto, e o designer de Nova Zelândia, Nick Graham, cria uma adaptação do projeto para um banco destes projetos ambos são considerados de melhor exemplo da área de fabricação digital. Nestes projetos de referência, será analisado o uso da tecnologia de design de gerações para visualização das diferentes possibilidades que o mesmo pode oferecer a cada projeto para determinado usuário/ cliente.

Consulta a normas técnicas de ergonomia

Já é de conhecimento que o uso de assentos, cadeiras, bancos e afins são de longa data desde os egípcios, o designer Neils Diffrient é proveniente de uma afirmação acerca desses assentos que são projetos rigorosos para os profissionais que o criam, pois a prática de sentar-se gera uma grande dificuldade a ser entendida, pois muitos acreditam que é uma atividade estática, mas na verdade é considerada uma prática dinâmica, pois, é contraditório dizer que uma cadeira não tem a necessidade de ser confortável (BRADFORD; PRETE, 1978).

Logo, se o projeto não atende às dimensões humanas de ergonomia, sem dúvida este projeto não resultará em conforto, logo a insatisfação do usuário, já que a cadeira é um objeto pensado para descanso de curto à longo prazo, dependendo do material e de como é feito. Outra dificuldade que os designers encontram é a pequena orientação publicada destes dados com relação a conforto de assentos (PANERO; ZELNIK, 2002).

Para maior entendimento, será apresentado a como se dá a dinâmica do sentar-se, esta dinâmica está inserida no estudo da mecânica em relação ao sistema de apoio junto à estrutura óssea do corpo humano. Assim como, Tichauer (1978, p. 72) afirma:

“O eixo de apoio do indivíduo sentado é uma linha no plano do topo da cabeça passando através da projeção do ponto mais baixo das tuberosidades dos ísquios (Figuras 36-37), superfície do assento” (TICHAUER, 1978, p. 72).

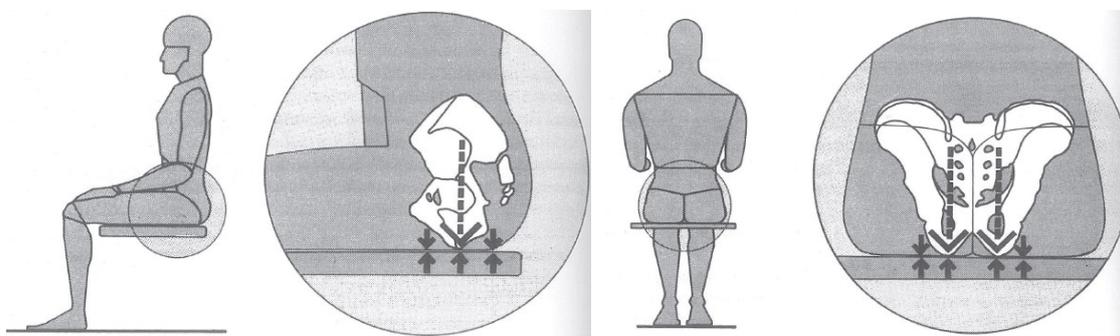


Figura 36: Vista em corte de um indivíduo sentado indicado as tuberosidades dos ísquios;
Fonte: Adaptado de PANERO; ZELNIK (2002).

Figura 37: Vista posterior em corte de um indivíduo sentado indicado as tuberosidades dos ísquios;
Fonte: Adaptado de PANERO; ZELNIK (2002).

Observando-se há a conclusão que, quando um humano se senta, cerca de 75% do peso de seu corpo se apoiam em apenas 26 centímetros quadrados destas tuberosidades, com isso, torna esta carga relativamente pesada, logo o desconforto em meio as nádegas se o projeto não atende a execução correta de acordo com as normas de ergonomia que o corpo determina (BRANTON, 1966).

Para o conforto satisfatório do usuário é necessário que as dimensões do assento (Figura 38) estejam de acordo com as dimensões antropométricas (Tabela 3) por tanto, se faz necessário o conhecimento do designer ao projetar um assento em análises antropométricas e qual sua relação com a ergonomia para se atingir um resultado do projeto sem gerar conflitos, logo, as dimensões básicas de um assento, incluem altura, profundidade e largura do assento, altura do encosto e altura e espaçamento dos apoios para os braços (PANERO; ZELNIK, 2002).

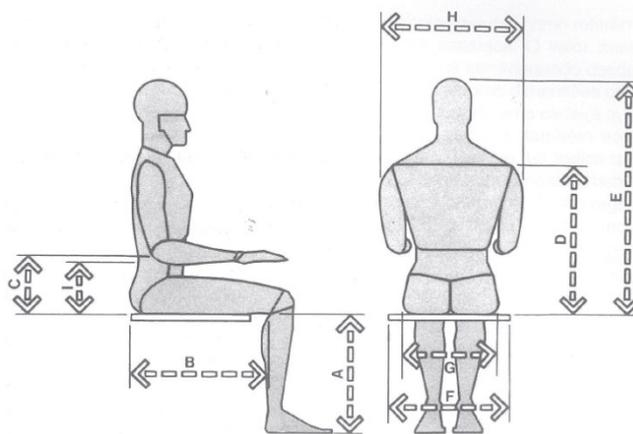


Figura 38: Dimensões básicas da antropometria exigida para o design de assentos;
 Fonte: Adaptado de PANERO; ZELNIK (2002).

MEDIDAS	HOMENS		MULHERES	
	Percentil		Percentil	
	5	95	5	95
	cm	cm	cm	cm
A Altura do sulco poplíteo	39,4	49,0	35,6	44,5
B Comprimento nádega-sulco poplíteo	43,9	54,9	43,2	53,3
C Altura de descanso dos cotovelos	18,8	29,5	18,0	27,9
D Altura dos ombros	53,3	63,5	45,7	63,5
E Altura, sentado normalmente	80,3	93,0	75,2	88,1
F Largura cotovelo a cotovelo	34,8	50,5	31,2	49,0
G Largura do quadril	31,0	40,4	31,2	43,4
H Largura do ombro	43,2	48,3	33,0	48,3
I Altura da região lombar	Ver nota.			

Tabela 3: Dimensões corporais exigidas para o design de assentos;
 Fonte: Adaptado de PANERO; ZELNIK (2002).

Por tanto, para que não ocorra qualquer desconforto ou insatisfação no usuário há a análise básica de um projeto que é a altura do assento em relação ao piso, determinado pela letra A da Figura 38, logo, se esta superfície estiver com dimensões erradas resultando num assento muito alto, causará a compressão da coxa (Figura 39) e dificuldade de a circulação sanguínea chegar aos membros inferiores, do mesmo modo que o assento for muito baixo, resultará em pernas ficarem para frente (Figura 40) causando dores na coluna se a posição se estender por um longo tempo além dos pés não terem estabilidade (PANERO; ZELNIK, 2002).

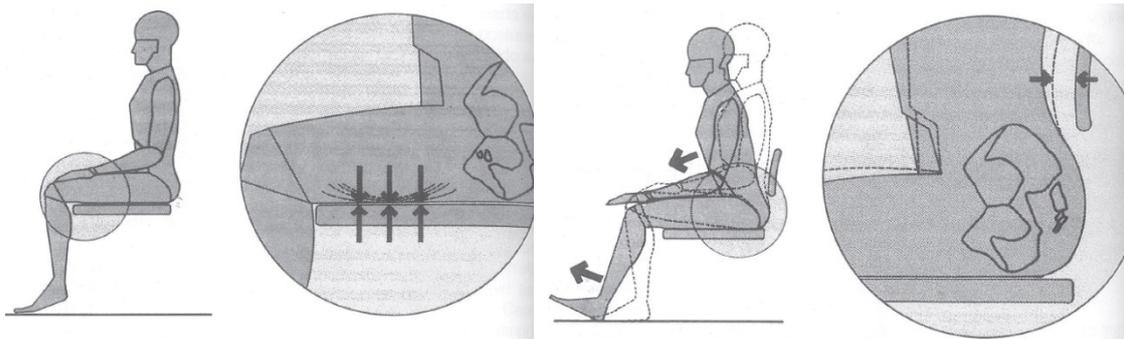


Figura 39: Superfície alta comprimindo as pernas do usuário; Fonte: Adaptado de PANERO; ZELNIK (2002).

Figura 40: Superfície baixa, pernas estendida e dores na coluna; Fonte: Adaptado de PANERO; ZELNIK (2002).

Próxima análise básica de projeto é relacionada à profundidade do assento, similar a anterior, por sua vez se feita em dimensões grandes, a borda frontal do assento resultará na compressão da parte posterior dos joelhos (Figura 41), causando a interrupção da circulação da área dos membros inferiores: pernas e pés, logo a compressão causará desconforto ao usuário, em contraposição, um assento com profundidade reduzida em dimensão, ocasionará ao usuário uma sensação de estar caindo para a frente da cadeira (Figura 42) além de um assento muito raso pode resultar na falta de suporte da parte inferior das coxas (PANERO; ZELNIK, 2002).

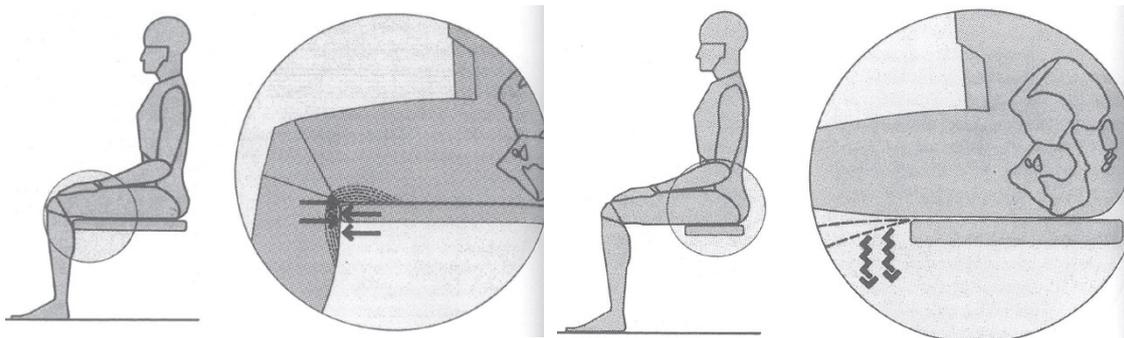


Figura 41: Superfície de assento muito grande, compressão posterior do joelho do usuário; Fonte: Adaptado de PANERO; ZELNIK (2002).

Figura 42: Superfície de assento muito raso, sensação de estar na ponta da cadeira, causando desconforto; Fonte: Adaptado de PANERO; ZELNIK (2002).

Além de tudo, o encosto é a parte de uma cadeira onde se tem mais dificuldade em conseguir o dimensionamento adequado, pois sua função principal é a proteção da região lombar (Figura 43), onde se deve pensar no espaço livre entre o encosto e o assento, por tanto, o encosto deverá acomodar o perfil da coluna (Figura 44), contudo é necessário uma cautela, pois, se tratando de um assento, deve haver uma acomodação adequada para o usuário mudar de posição. A altura do mesmo pode variar de acordo com o tipo e funcionalidade da cadeira, podendo ser mais longo para abranger toda a área lombar como uma cadeira de escritório ou como também uma poltrona onde se tem um encosto encontrado ao assento para oferecer ainda mais conforto ao usuário (PANERO; ZELNIK, 2002).

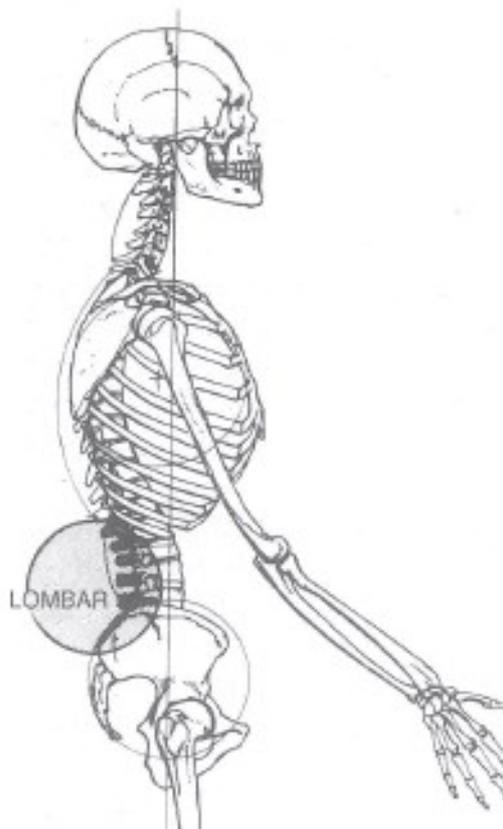


Figura 43: Região onde está inserida a lombar;
Fonte: Adaptado de PANERO; ZELNIK (2002).

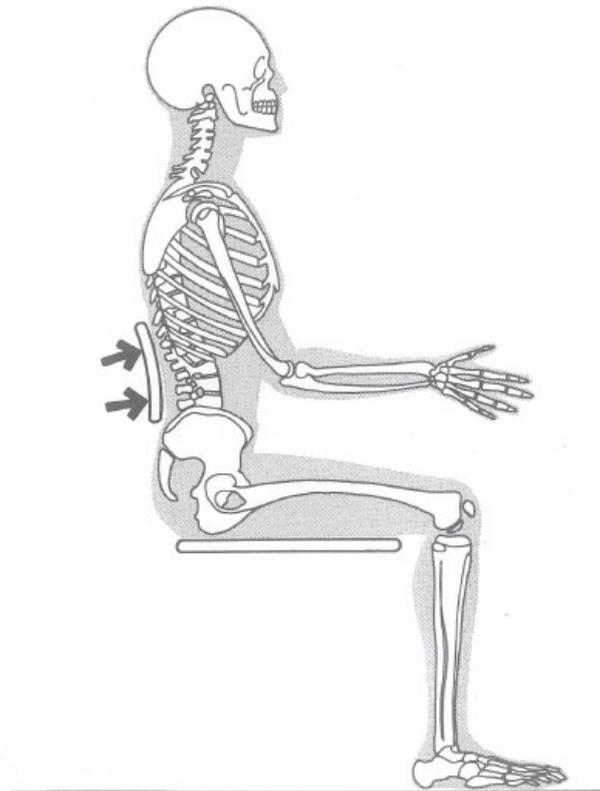


Figura 44: Função do encosto em guardar a região lombar;
Fonte: Adaptado de PANERO; ZELNIK (2002).

Por último, mas não menos importante, o apoio de braços, estes por sua vez, tende a atender várias funções, pois além de suportar o peso dos braços também auxilia o usuário a se sentar e a se levantar de um assento, se o assento em questão é usado para prática do trabalho, os apoios auxiliam na execução de tarefas como digitação e quaisquer outras relacionadas aos movimentos de trabalho, logo se os apoios ficarem em uma dimensão de altura muito alta, causará desconforto ao usuário, o valor ideal para esses apoios seriam entre 17,8 a 25,4 centímetros (PANERO; ZELNIK, 2002).

4- PERSPECTIVAS DE RELAÇÕES: FABRICAÇÃO DIGITAL ASSOCIADO AO DESIGN ABERTO

4.1 Diversas possibilidades

Jens Dyvik: Linha Layer

A linha de mobiliário desenvolvida no ano de 2011, pelo designer Jens Dyvik, é composta por uma cadeira e uma mesa, a análise do primeiro mobiliário será a Layer Chair – Amsterdam Edition (Figura 45), o designer criou uma linguagem de mobiliários de camada utilizando a extensão do Grasshopper para Rhinoceros para estabelecer parâmetros onde possibilita o usuário decidir sua melhor solução projetual. Jens atua com o processo de fresagem 2.5D (Figura 46) para corte da superfície do material da cadeira a ser construída em forma tridimensional, camada por camada (DYVIK, 2012).



Figura 45: Variações do modelo final da "Layer Chair, Dyvik".
Fonte: <http://www.dyvikdesign.com/>



Figura 46: Processo de fabricação na cortadora a laser.
Fonte: <http://www.dyvikdesign.com/>

Consiste num projeto de grandes variações, sua forma é composta por uma adição de sucessiva de camadas (Figura 47), origem do nome “Layer”, formando assim a cadeira que foi originada pela modelação escolhida. Este estudo de caso possui diversos parâmetros disponíveis para sua composição diretamente no Grasshopper (Figura 48) (PEDRO, 2016).



Figura 47: Processo de fabricação colagem das camadas para obter a cadeira tridimensionalmente.
Fonte: <http://www.dyvikdesign.com/>

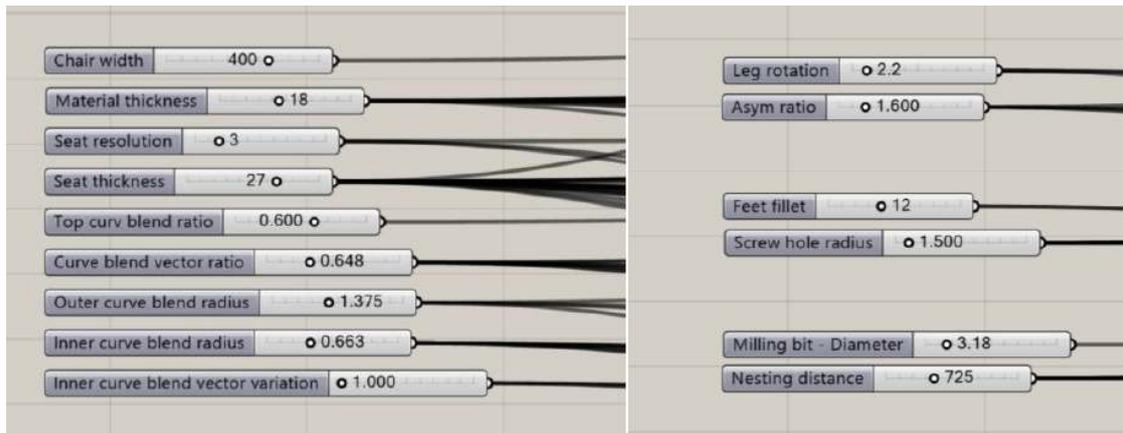


Figura 48: Parâmetros disponíveis;
Fonte: Adaptado de PEDRO (2016).

Dentre as diversas variações permitidas pelos parâmetros estabelecidos por Dyvik, existem aspectos modificáveis desde concepção da forma do objeto à condição oferecida pela fabricação onde é inserido o diâmetro de fresa da mesma. Em termos de modificação da forma, não somente são permitidas as variações dos parâmetros de largura ou altura dos itens principais, assento e encosto, mas também é possível a modelagem para uma preparação da escolha do material a ser executada a cadeira, se adaptando a espessura correta de cada material a ser feito. Portanto, conforme são definidos os parâmetros, logo é determinado se é adicionado ou removido camadas para adaptação do modelo para proporção adequada ao usuário.

Com isso, tendo acesso aos diversos parâmetros apresentados pelo Grasshopper, há parâmetros que também podem ser modificados, tais como: a curvatura do encosto (Figura 49), porém mesmo que seja modificada esteticamente, sofrendo deformação (Figura 50), a curvatura sempre terá o mesmo desenho, salvo algumas exceções (Figura 51), por tanto, todo modelo desenvolvido tem como base duas curvas definidas pelo Rhinoceros (observar figura 49) como resultado da forma estabelecida pelo modelo desenvolvido por Dyvik, as curvas ilustram seu modelo original.

As linhas das curvas base descritas anteriormente encontram-se em cor amarelo para identificação, nota-se que cada curva é definida individualmente e não em conjunto, pois cada projeto é independente e um não tem semelhança a outro com exceção do modelo original, logo, ao definir todos os parâmetros desejados e visualizar a modificação dos mesmos, percebe-se a reação do modelo final (PEDRO, 2016).

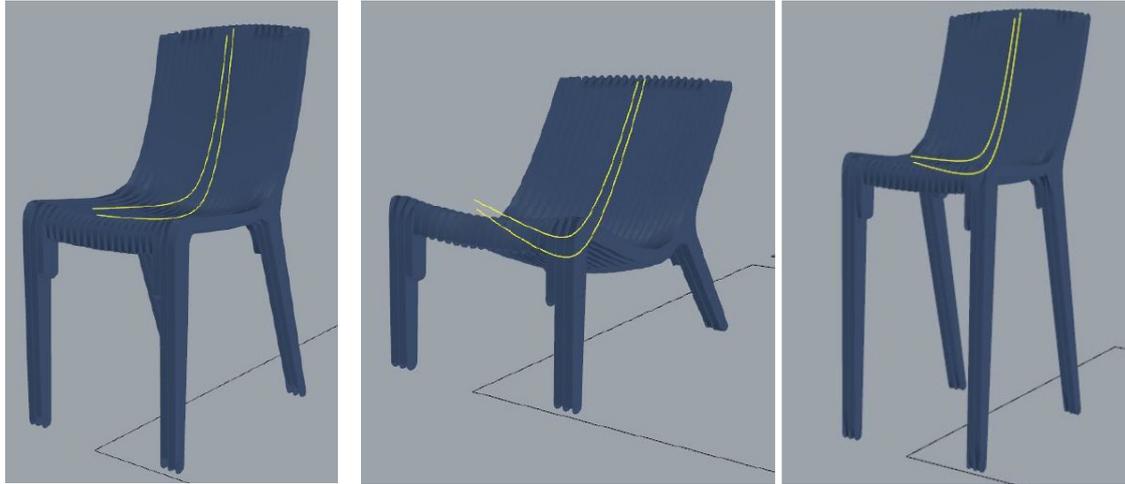


Figura 49: Linhas-guias no modelo original; Fonte: Adaptado de PEDRO (2016).

Figura 50: Formas resultantes a partir da modificação da curvatura do encosto; Fonte: Adaptado de PEDRO (2016).

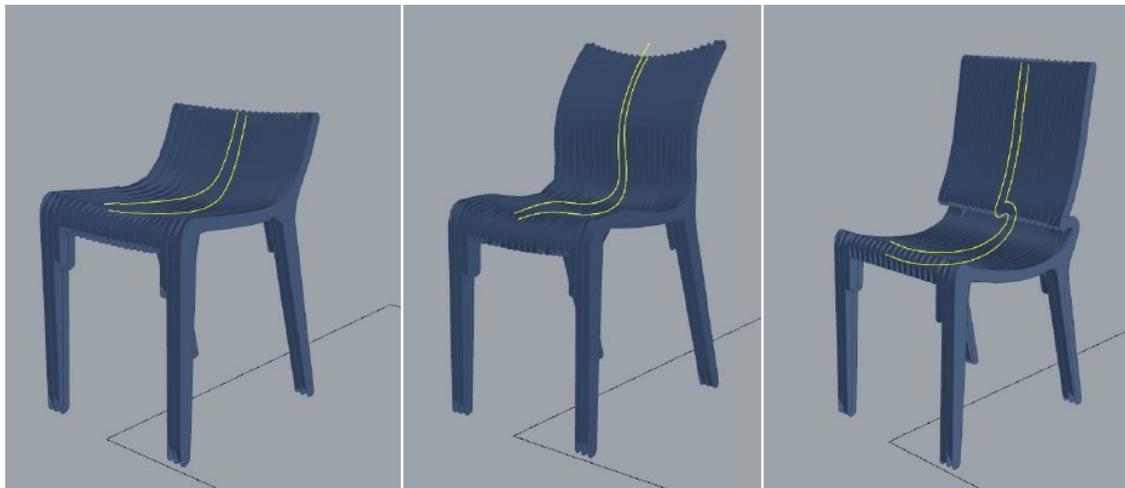


Figura 51: Modificações das curvas pré-definida, variações do modelo original; Fonte: Adaptado de PEDRO (2016).

Portanto, Ana Luísa C. S. Pedro (2016, p. 80), conclui acerca das modificações possíveis que a “Layer Chair” permite:

“Cada imagem serve para demonstrar como mesmo as formas mais complexas e irracionais podem ser aplicadas a esta associação. [...] O aspecto formal dos assentos segue a configuração das curvas introduzidas, possibilitando assim a sua alteração e experimentação de várias opções até se alcançar uma solução satisfatória” (PEDRO, A. L. 2016, p. 80).

Além das variações de cadeiras possíveis de ser geradas com os parâmetros analisados no estudo de caso anterior, Jens Dyvik também projetou uma mesa (Figura 52) “Layer Table” de mesma linguagem projetual que sua cadeira, este objeto foi desenvolvido para compor a coleção de sua linha de

mobiliários de modelagem paramétrica, assim como a Layer Chair, a mesa possui uma infinidade de parâmetros para se estabelecer (DYVIK, 2012).



Figura 52: Layer Table, Jens Dyvik;
Fonte: <http://www.dyvikdesign.com/>

No presente estudo, há um total de dezessete parâmetros disponíveis (Figura 53) para modificação, sendo eles, relacionados à altura, comprimento e largura, além de estabelecer parâmetros acerca da espessura do material a ser fabricado.



Figura 53: Parâmetros disponíveis para Layer Table;
Fonte: Adaptado de PEDRO (2016).

Além de aspectos formais, as variações de parâmetros agem sobre a preparação do modelo para a fabricação, seja em um CNC com fresa, se faz necessário à conferência de todas as características da tecnologia a ser empregada, para evitar futuros erros de fresagem. Com isso, modificando os parâmetros da maneira que o usuário desejar, é possível chegar a inúmeras formas (Figura 54) (PEDRO, 2016).

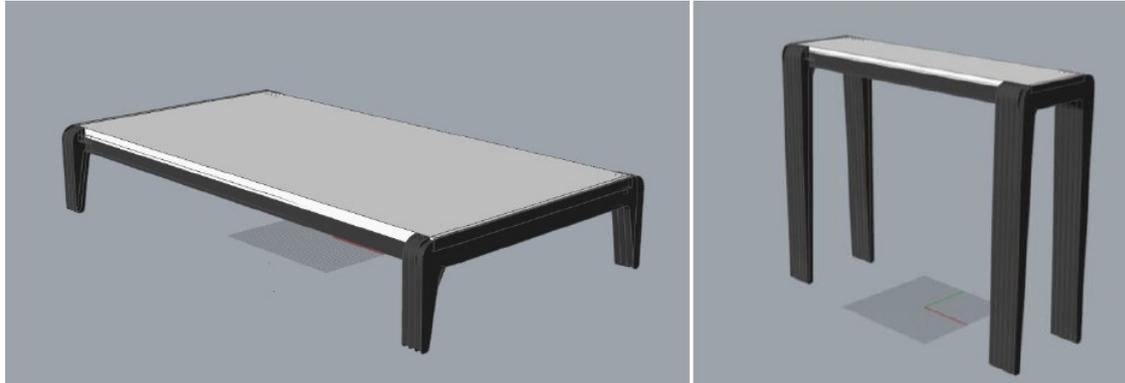


Figura 54: Variações possíveis para Layer Table;
Fonte: Adaptado de PEDRO (2016).

Portanto, se analisando pelos termos estéticos, não existe um impacto fortemente significativo de mudança da estrutura da mesa, como se vê na cadeira, pela mudança radical de sua curvatura, de modo que se observa somente na mudança de dimensões como altura e largura. Com isso, Ana Luísa C. S. Pedro (2016, p. 84), conclui que:

“[...] dependente do projeto em causa é necessário ao designer determinar a melhor opção, se a descrição de geometrias diretamente no Rhinoceros ou a definição das mesmas no editor visual. Independente da escolha, o importante é a compreensão do que cada modo permite e de futuros impasses que possam trazer ao projeto” (PEDRO, A. L. 2016, p. 84).

Nick Graham: Layer Stool

Jens Dyvik, atua na área do Design aberto, por tanto, ele deixa aberto a alterações diversas por seus clientes ao redor do mundo, na Nova Zelândia, um designer chamado Nick Graham, em um Fab Lab da Universidade de Wellington decidiu adaptar a cadeira de Dyvik em um banco (Figura 55), baseou-se no projeto original da Layer Chair de modo que sua exploração identificou a possibilidade de projetar um banco, porém o modo como Graham consegue chegar a esse resultado é impossível definir, pois apenas foi disponibilizado ao site Dyvik Design o arquivo já preparado para corte, com isso, analisando ambos os modelos consegue-se absorver algumas conclusões a respeito do projeto

de Graham, como elementos que se mantiveram fiéis ao projeto de Dyvik, como o formato de desenho das pernas da cadeira, já os elementos que sofreram modificações foram o assento e o encosto (Figura 56), por tanto, entende-se que a modificação feita por Graham assume maior extensão aos projetos já vistos pela alteração das curvas pré-estabelecidas por Dyvik (DYVIK, 2012; PEDRO, 2016).



Figura 55: Layer Stool, Nick Graham;
Fonte: <http://www.dyvikdesign.com/>



Figura 56: Detalhe do assento – Layer Stool, Nick Graham;
Fonte: <http://www.dyvikdesign.com/>

5- Projeto: Cadeira Varya

5.1 Psicologia ambiental, a relação móvel x comportamento no ambiente

O mobiliário disposto em um ambiente pode despertar diferentes emoções no ambiente a quem frequenta, a depender do modelo e das cores. Ao contrário do que se imagina, a decoração de um ambiente vai muito além da estética, já que a disposição dos móveis no espaço diz muito sobre o modelo do móvel escolhido e das pessoas que nele se encontram. Um exemplo, é a cadeira, que participa ativamente da composição de vários ambientes. Há uma diversidade imensurável de modelos, dos mais simples ou mais sofisticados, diversos materiais, estofados ou somente estruturado, com ou sem rodinhas, cores, estampas e ricos detalhes, mesmo havendo essa infinita variação entre formas, sua função sempre permanece a mesma: sentar.

A cadeira é móvel muito versátil, por isso é preciso avaliar qual o modelo ideal para compor cada ambiente, para então transmitir a mensagem e comportamento do indivíduo.

Dentro da Psicologia, existe uma vertente chamada Psicologia Ambiental, que segundo Moser, doutor em Psicologia analisa (2005, p. 135):

“(...) como o indivíduo avalia e percebe o ambiente, e ao mesmo tempo, como ele está sendo influenciado por esse mesmo ambiente” (MOSER, G. 2003, p. 135).

Visto isso, nós nos comportamos de formas diferentes de acordo com o espaço que nos encontramos. Há uma influência em função do tamanho, da iluminação, as texturas e cores do ambiente, todo esse conjunto pode causar diversas emoções em nosso comportamento, como afirma Moser (2005, p.135):

“(...) a avaliação e percepção que temos desse espaço também influenciará na nossa maneira de atuar; interagirmos diferentemente dependendo do local em que estivermos” (MOSER, G. 2003, p. 135).

Desta forma, fica claro que uma boa decoração e uma boa escolha de mobiliário pode afetar positivamente ou negativamente um ambiente, tornando-o mais aconchegante ou competitivo, por exemplo. A disposição dos móveis, em especial as cadeiras que aparecem em vários ambientes, a sua escolha fará toda a diferença, como em um Escritório; o conforto é a palavra-chave deste ambiente, pois o indivíduo poderá passar horas sentado em uma única posição, por isso os modelos mais indicados são as giratórias, com regulagem de tamanho pra atender as necessidades físicas; Sala de estar; O sofá não é o único móvel a ser posicionado nesse espaço, pode conter poltronas ou cadeiras mais

largas, a depender da proposta de ambiente, se um ambiente mais descontraído, podendo optar modelos com cores fortes ou estampas, se o ambiente for mais clássico, tons mais neutros; Sala de jantar; é necessário pensar de forma conjunta, já que as cadeiras que compõe uma sala de jantar deve vir acompanhada por uma mesa e ambos móveis devem conversar entre si, mas isso não significa que devem compor do mesmo material ou cor, mas que gere uma harmonia ao ambiente trazendo conforto na hora da refeição; Varanda; para esse ambiente são indicados cadeiras leves porém resistentes à radiação solar, acabamentos leves, modelos como fibras naturais ou sintéticas; portanto, conclui-se que há uma enorme diversidade de modelos, cada qual com sua função.

5.2 Preparação do projeto

Conceito e Requisitos de Projeto

Como proposta de aplicação da fabricação digital em relação à personalização para o usuário, o projeto de design da cadeira a ser desenvolvida, contará com referências e inspirações dos estudos de caso, apresentados nos tópicos anteriores, sendo assim, será um modelo em plataforma digital como arquivo aberto, onde poderá atender uma grande quantidade de usuários, pois a mesma será adaptável às necessidades de uso do ambiente (interno ou externo).

O conceito do mobiliário contará com essa variação (origem do nome, Varya) de diferentes personalidades, onde a intenção é tornar um produto de design acolhedor e original, além de promover uma satisfação ao usuário pela experiência do mobiliário ser fabricado para ele: no momento da escolha do projeto; a compra do arquivo; a procura do fabricante mais próximo; escolha do acabamento; montagem (faça você mesmo); além de tornar o ambiente escolhido para receber o móvel mais inspirador e único.

Portanto, será criado um mesmo projeto com os principais requisitos (Tabela 5), resultando numa produção de caráter personalizado para o usuário em fabricação digital que se associe em um valor-meta. Este valor-meta parte da necessidade em se alcançar com o seu público-alvo, onde cada valor de medida se classifica como obrigatório às necessidades apontadas como mais importantes e desejável às necessidades e/ou desejos menos importantes, mas que seria um diferencial do produto.

REQUISITOS	OBJETIVOS	CLASSIFICAÇÃO
Mobiliário para estar/ jantar	Cadeira	Necessário
Estética agradável, visual atrativo	Bons acabamentos, Contemporâneo, formas orgânicas	Necessário
Praticidade	Facilidade de montagem; Encaixe	Desejável
Produção (mão-de-obra)	Fabricação Digital	Necessário
Funcionalidade	Sentar, Jantar	Necessário
Qualidade	Redução de tempo na fabricação	Necessário
Durabilidade	Resistência; Peso	Necessário
Mobilidade	Pega; Flexibilidade	Desejável
Ergonomia	Dimensões adequadas; Apoio para braços; Conforto	Necessário
Materiais	Naturais (madeiras); Acrílicos; Fácil limpeza;	Desejável
Acabamentos	Fórmica; Selador; Lixa; Pintura;	Desejável

Tabela 5: Requisitos de projeto, valores-meta: necessário x desejável;
Fonte: Autora (2021).

Materiais e produção

Para o presente projeto, foi definido a escolha do uso de chapas de compensado de Pinus com certificado ou chapas de acrílico, a ser demonstradas a seguir:

Chapas de compensado de Pinus

As chapas de compensado de Pinus, de acordo com a ABIMCI (Associação Brasileira de Madeira processada Mecanicamente), essas chapas possuem certificados PNQM (Programa Nacional de Qualidade da Madeira) (Figura 57) e são classificadas em dois tipos básicos de chapas:

- Interior – IR: As chapas de compensado que são produzidas com base em resinas que em sua composição levam ureia e formaldeído são recomendadas para o uso em locais protegidos de água e alta umidade relativa.*
- Exterior – EX: As chapas de compensado que são produzidas com base em resinas que em sua composição levam fenol formaldeído*

são recomendadas para o uso em locais expostos a umidade da água.

As dimensões e características construtivas das chapas (Tabela 6) segundo a ABIMCI, inclui: espessura, quantidade mínima de lâminas e as tolerâncias dimensionais.

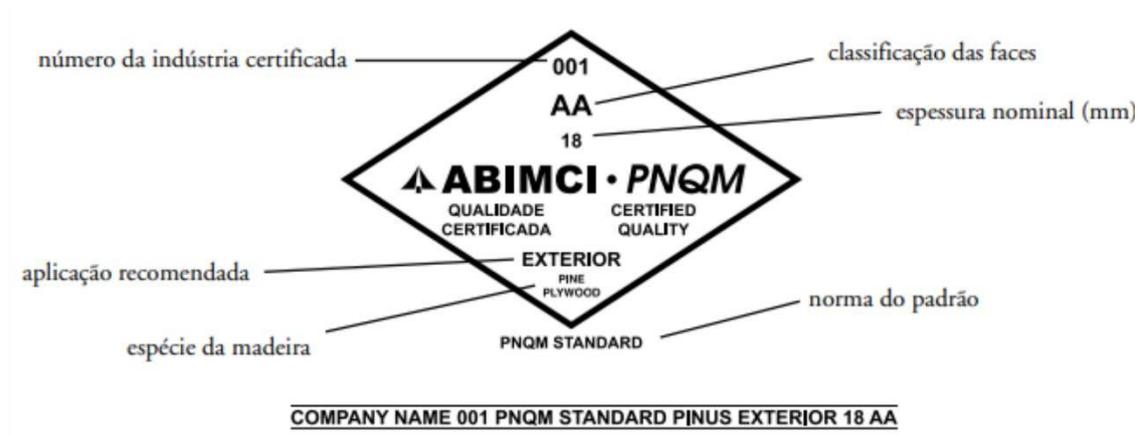


Figura 57: Marca de certificação do PNQM; Fonte: ABIMCI

Espessura da Chapa (mm)	Quantidade mínima de lâminas	Espessura (%)	Tolerâncias	
			Comprimento (mm)	Largura (mm)
09	05	+/- 5	+0,0/-2,0	+0,0/-2,0
12				
15				
18	07	+/- 5	+0,0/-2,0	+0,0/-2,0
21				
22	09			
25	11			

As chapas padrão têm um comprimento de 2440 mm e largura de 1220 mm. Outras medidas são consideradas como especiais.

Tabela 6: Espessuras de chapas de compensado de pinus; Fonte: ABIMCI.

Acrílicos

As chapas de acrílico (Figura 58) são bastante versáteis, e se destacam entre demais materiais graças às suas qualidades e propriedades excepcionais para o uso, aplicados em materiais de construção civil, como: coberturas, barreiras acústicas, parapeitos, uso interior em artigos decorativos e mobiliários e até em produtos de comunicação visual: displays, luminosos e fachadas. Seus principais benefícios são:

- *Cristalino e transparente: tem transmissão de luz de 92%, sendo superior ao vidro e aos demais plásticos;*

- Melhor resistência ao impacto com menos da metade do peso que o vidro
- Naturalmente resistente aos raios UV;
- Durabilidade: cerca de 10 anos resistindo a sol, chuvas, tempestades e todo tipo de intempéries;
- Diversas possibilidades de espessuras e cores (transparentes, translúcidas e opacas);
- Facilidade de adquirir formas: podendo ser cortado, perfurado, colado, moldado entre outros.

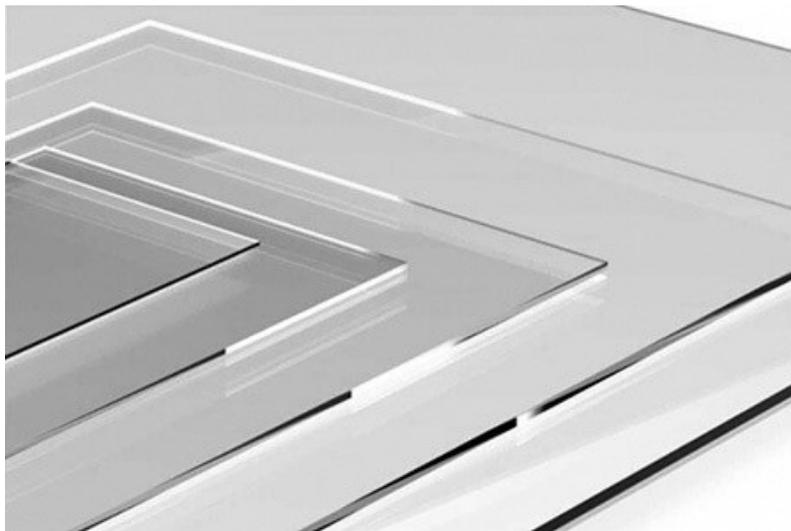


Figura 58: Chapas de acrílicos em diversas espessuras; Fonte: PolyBrasil.

Segundo a PolyBrasil, empresa brasileira que atua no mercado com exportação e importação de diversos materiais incluindo acrílicos, dispõe de uma tabela (Tabela 7) com as espessuras encontradas no presente material (POLYBRASIL, na íntegra).

Espessuras	Largura	Comprimento	Peso por chapa
2.00	1.220	2.440	7.085
2.00	1.220	2.440	8.856
3.00	1.220	2.440	10.627
3.00	1.220	2.440	13.284
4.00	1.220	2.440	14.170
5.00	1.220	2.440	17.712
5.00	1.220	3.050	22.140
6.00	1.220	2.440	21.254
6.00	1.220	3.050	26.568
8.00	1.220	3.050	28.339
8.00	1.220	3.050	35.424
10.00	1.220	3.050	35.424
10.00	1.220	2.440	44.280
12.00	1.220	3.050	42.509
12.00	1.220	3.050	53.136

Tabela 7: Espessuras de chapas de acrílicos; Fonte: PolyBrasil.

Encaixes

Existem diversos tipos de encaixe que podem ser usados para fabricação de móveis, os encaixes definidos para o projeto, foram meia madeira em cruz e espiga.

Meia-madeira (Figura 59); nesta, para a união das peças o encaixe é feito por um corte que deixa a metade da espessura da madeira em cada uma das peças, que ao unidas tem a espessura da madeira original (MARCELLINI, 2009).

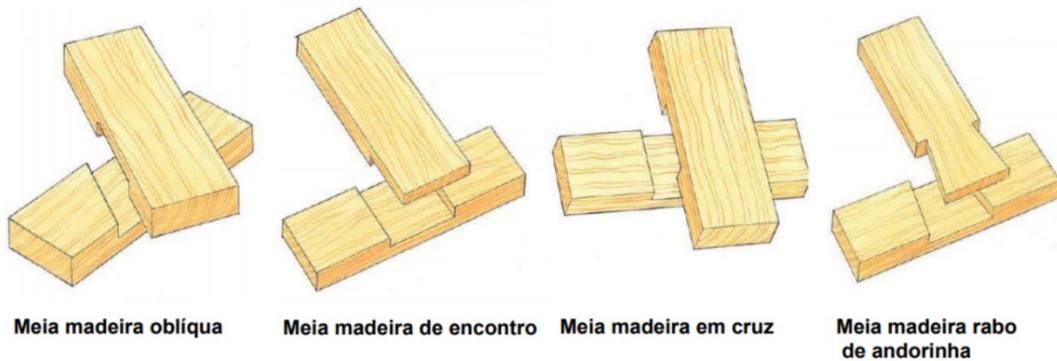


Figura 59: Tipo de encaixe meia-madeira; Fonte: <http://woodsecondchance.blogspot.com/>

- Meia-madeira oblíqua, cortes biselados e não se cruzam em ângulo reto.
- Meia-madeira de encontro, as peças encontram-se numa quina e não na extensão do corpo central da peça, por isso é necessário reforça-la para que dê estabilidade.
- Meia-madeira em cruz, é quando as peças se cruzam em ângulo reto.
- Meia-madeira rabo de andorinha, quando a configuração do corte tem a forma trapezoidal.

Espiga (Figura 60); nesta, a extremidade da peça a ser encaixada se chama “espiga” e no geral é cortada em dimensão inferior à cavidade onde será introduzida, a qual se chama “caixa”. Após o encaixe da espiga na caixa, para manter o conjunto firme, pode ser colado, cravado ou parafusado (MARCELLINI, 2009).



Figura 60: Tipo de encaixe espiga; Fonte: <http://woodsecondchance.blogspot.com/>

CROQUIS

Para representação da forma foram feitos alguns croquis para chegar à ideia antes de transferi-la para a modelagem 3D no programa SketchUp (Figura 61).

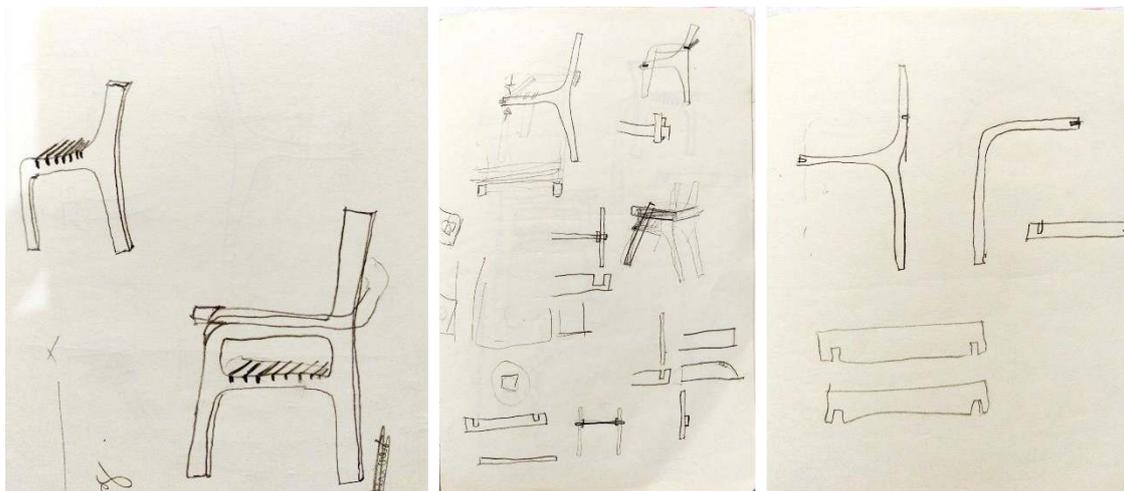


Figura 61: Estudos da forma, encaixes e braços; Fonte: Autora.

MAQUETE ELETRÔNICA/ RENDERIZADA

Após a modelagem tridimensional no SketchUp (Figura 62), após isso, para realizar a renderização da peça (Figuras 63-67) foi utilizado o programa Lumion para obter uma visão melhor da cadeira Varya.



Figura 62: Modelo tridimensional com braços; Fonte: Autora.



Figura 63: Modelo tridimensional com braços renderizado; Fonte: Autora.



Figura 64: Modelo tridimensional com braços renderizado; Fonte: Autora.



Figura 65: Modelo tridimensional com braços renderizado; Fonte: Autora.



Figura 66: Modelo tridimensional com braços renderizado, distinção no acabamento; Fonte: Autora.



Figura 67: Modelo tridimensional com braços renderizado, distinção no acabamento; Fonte: Autora.

MANUAL DE MONTAGEM

1º PASSO: Planejamento de corte (Figura 68)

PROTÓTIPO 1:1		MAQUETE 1:2		MAQUETE 1:5	
PEÇA 1	2pçs	PEÇA 1	2pçs	PEÇA 1	2pçs
PEÇA 2	3pçs	PEÇA 2	3pçs	PEÇA 2	3pçs
PEÇA 3	10pçs	PEÇA 3	10pçs	PEÇA 3	10pçs
PEÇA 4	2pçs	PEÇA 4	2pçs	PEÇA 4	2pçs
PARAFUSOS	4pçs	PARAFUSOS	4pçs	PARAFUSOS	0pçs
Espessura da chapa	25mm	Espessura da chapa	10mm	Espessura da chapa	6mm
TOTAL DE PEÇAS	21pçs	TOTAL DE PEÇAS	21pçs	TOTAL DE PEÇAS	17pçs

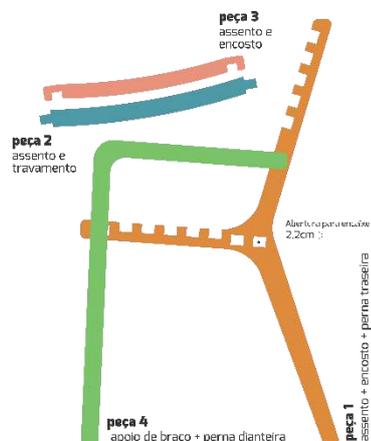


Figura 68: Planejamento de corte para prototipagem física em escala; Fonte: Autora.

2º PASSO: Planificação de peças para corte (Figura 69)

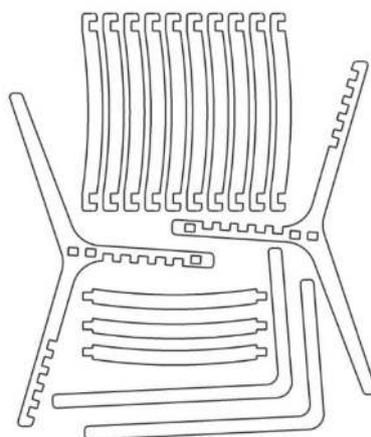


Figura 69: Planificação de peças para corte; Fonte: Autora.

3º PASSO: Fixar peça 1 na peça 2 (Figura 70)

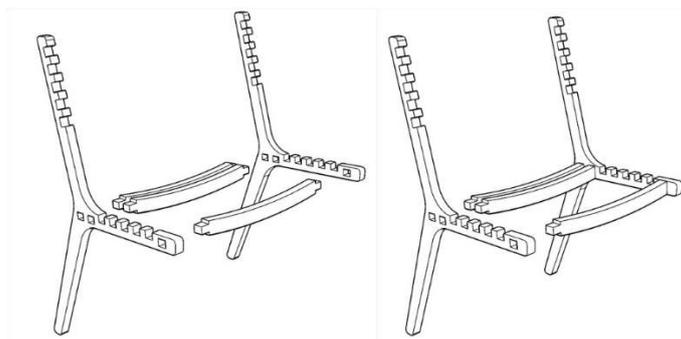


Figura 70: Demonstrativo do 3º passo; Fonte: Autora.

4º PASSO: Fixar peça 3 na peça 2 (Figura 71)

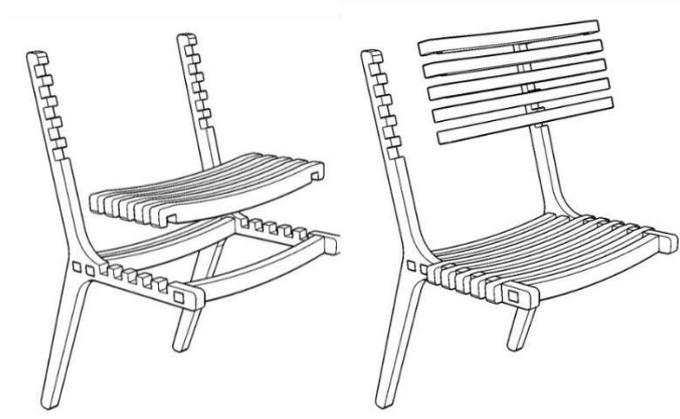


Figura 71: Demonstrativo do 4º passo; Fonte: Autora.

5º PASSO: Fixar peça 4 no conjunto e aplicar parafusos (Figura 72)

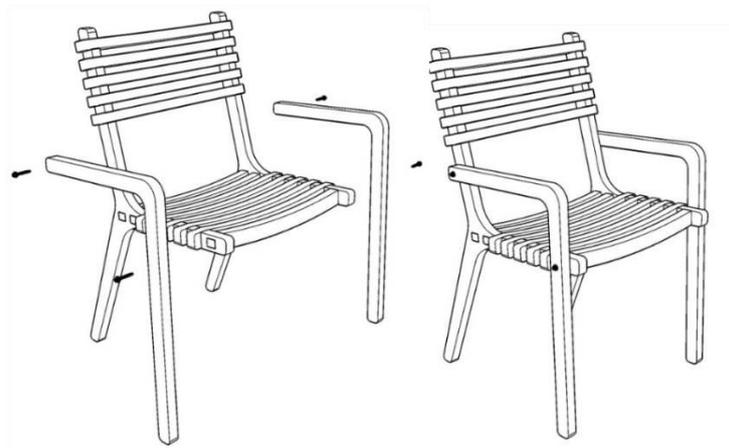


Figura 72: Demonstrativo do 4º passo; Fonte: Autora.

PASSO A PASSO ILUSTRADO (Figura 73)



Figura 73: Passo a passo ilustrado; Fonte: Autora.

MAQUETE FÍSICA

Para a representação da maquete, o mesmo foi criado em Uberlândia – MG. O material usado corresponde a chapas de MDF cru de 6mm de dimensões de 1,00x60cm, realizadas em uma cortadora a laser CNC (Figura 74-75) em escala reduzida de 1:5, após o corte a mesma foi lixada e pintada com tinta spray preto fosco (Figura 76-77).

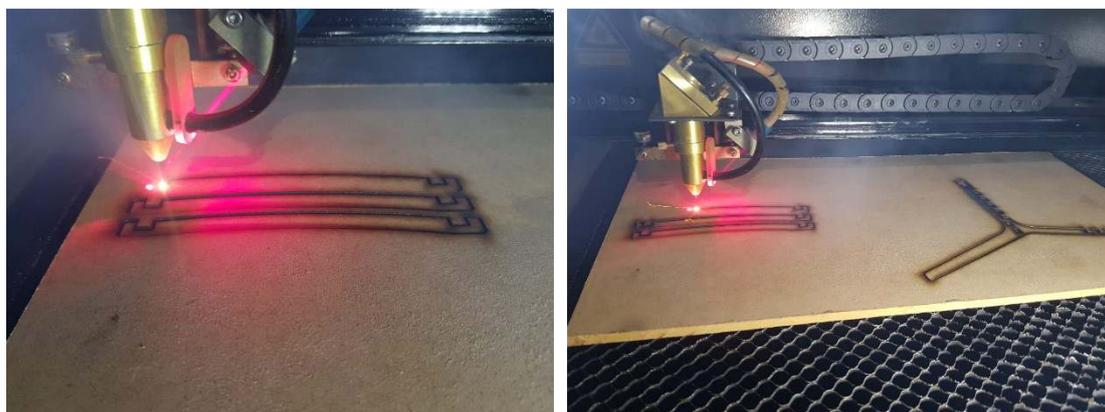


Figura 74-75: Processo de corte em cortadora a laser CNC; Fonte: Autora.



Figura 76-77: Maquete escala reduzida de 1:5; Fonte: Autora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o uso em evidência das tecnologias digitais devido à revolução digital, vários paradigmas sociais começaram a serem modificados graças às possíveis causas que a mesma trouxera para a sociedade, essas novas tecnologias possibilitaram a arquitetura, design e engenharia novos modos de produção, logo, se fazem capazes de responder às críticas e característica dessa nova sociedade, que é perceptível a mudança devido as tendências de uma individualização de produtos e serviços como a personalização em massa oferece, onde os mesmos necessitam de ser produzidos de forma personalizada e em grande escala, pois temos muitos usuários com perfis semelhantes e precisamos estar adeptos a atender as necessidades de todos e não somente a média, e uma forma fácil e flexível de se conseguir êxito nesse nível é a implantação desse meio de produção em formas de se projetar, contudo pode-se observar que, para que esse método seja empregado na sociedade de forma eficiente, é necessário que tenha a integração da mesma, pois onde está empregado a tecnologia, é uma forma de intermediação entre o homem e a produção, como todos os anos antepassados, isso se faz claro a resposta aos possíveis impactos da fabricação digital na sociedade.

REFERÊNCIAS

ABIMCI, Associação Brasileira de Madeira processada Mecanicamente, PNQM, Programa Nacional de Qualidade da Madeira, Catálogo Técnico-nº1, setembro de 2002.

AISH, R; WOODBURY, R. *Multi-Level Interaction in Parametric Design*. Canadá: Simon Fraser University, School of Interactive Arts and Technology, 2005.

ALVARADO, R. G.; BRUSCATO U. M. *Evaluación de Experiencias de Fabricación Digital em la Enseñanza de Arquitectura*. In: INTERNETIONAL CONFERENCE ICBL, 3., 2009, Florianópolis. Anais. Florianópolis: UFSC, 2009.

BARROS A. M. *Fabricação Digital: sistematização metodológica para o desenvolvimento de artefatos com ênfase em sustentabilidade ambiental*, 102f. Dissertação (Pós-Graduação em Design) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

BENEVOLO, L. *História da arquitetura moderna*. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.

BOELEN, L. *Towards an uncompromised urbanism*. In: SCHOONDERBEEK, M. 25 years of critical reflection on architecture. Rotterdam: NAI Publishers, 2008.

BRADFORD, P.; PRETE, B. eds., *Chair: The Current State of the Art*. Nova Iorque: Crowell, 1978.

BÜRDEK, B. E. *Design: história, teoria e prática do design de produtos*. São Paulo: Ed. Blucher, 2006.

BURRY, M. *Between Intuition and Process: Parametric design and rapid prototyping*. In: KOLAREVIC, B. *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. Oxon: Taylor & Francis Group, 2003.

BUZETTO, D. *A cadeira de madeira torneada: Objeto de desejo doméstico e produção moderna presente na obra "O Importuno", de Almeida Júnior*, 125f. Dissertação (Mestrado em Artes) – Centro de Artes, Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

CABRAL, C. P. C. *Uma fábula da técnica na cultura do Estado do bem estar: Grupo Archigram, 1961-1974*. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, Belo Horizonte, n. 12, Dez. 2004. p. 247-263.

CARDOSO, R. *Uma Introdução à História do Design*. São Paulo: Blucher, 2008.

CARMEL-ARTHUR, J. *Bauhaus*. São Paulo: Cosac & Naify Edições, 2001.

CELANI, M. G. C.; PUPO, R. T. *Prototipagem Rápida e Fabricação Digital para Arquitetura e Construção: Definições e Estado da Arte no Brasil*. 2008. Caderno de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, v. 8, n. 1 – Universidade Presbiteriana Mackenzi, São Paulo, 2008.

CHIAVENATO, I. *Princípios da administração*. 2ª ed. Barueri: Manole, 2013.

DA SILVEIRA, G. *Mass customization: Literature review and research directions*. *International Journal of Production Economics*, Aalborg, vol. 72 2001.

DINCER, A. E. *A digital tool for customized mass housing design*. 32nd eCAADe Conference, Newcastle, 2014.

DYVIK, J. (2012). *Dyvik Design: dados sobre The Layer Chair – Amsterdam edition*. Acesso em 01/06/2018, disponível em: <http://www.dyvikdesign.com/site/portfolio-jens/featured/the-layer-table.html/>

DYVIK, J. (2012). *Dyvik Design: dados sobre The Layer Table*. Acesso em 03/06/2018, disponível em: <http://www.dyvikdesign.com/site/portfolio-jens/the-layer-chair-amsterdam-edition.html#more-766/>

DYE, W. *Mass Customization in Architecture: Heterogenety in the making*. 92nd ACSA Annual Meeting, Miami, Mar. 2004.

FISCHER, T.; HERR, C. M. *Teaching Generative Design*. In: *International Conference on Generative Art, 2001, Milão. Proceedings...* Milan: 4th International Conference on Generativr Art, 2001.

HAUSCHILD, M.; KARZEL, R. *Digital Processes: Planning, Design, Production*. Munique: Birkhäuser, 2011.

HERNANDEZ, C. R. B. *Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi*. *Design Studies*, Cambridge, 2006.

HESKETT, J. *Desenho Industrial*. 3ª ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2006.

HOBBSAWM, E. J. *A era das revoluções: Europa 1789-1848*. 22ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

JACOB, P. (2016). *Casa Vogue: dados sobre Casa Eugênia*. Acesso em 22/04/2018, disponível em: <https://casavogue.globo.com:>

<https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Casas/noticia/2016/11/casa-de-86-m-tem-arquitetura-inspirada-na-cultura-afro-brasileira-e-decoracao-rustica.html/>

JONES, D. *Tudo sobre arquitetura*. Rio de Janeiro: Sextante, 2015.

JUNIOR, L. (2003). Canaltech: dados sobre código aberto. Acesso em 23/04/2021, disponível em: <https://canaltech.com.br/produtos/O-que-e-open-source/>

LEACH, N. *Parametric explained*. Next Generation Building, Delft, v. 1, n. 1, p. 33-42, 2014.

MARTINS, S. *Contribuição ao Estudo Científico do Artesanato*. Belo Horizonte: Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais, 1973.

MARCELLINI, D. *Manual prático de Marcenaria*. Ediouro, Rio de Janeiro – RJ, 2009

MATTOS, S. *A revolução digital e os desafios da comunicação*. Cruz das Almas: UFRB, 2013.

MITCHELL, W. J.; McCULLOUGH M. *Digital Design Media*. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold, 1995.

MOSER, G. (2005). *Psychologie environnementale et etudes personnesenvironnement: quel type de collaboration multidisciplinaire?* *Psicologia USP*, 16(1/2), 131-140.

NARAYAN, K. *Computer Aided Design and Manufacturing*. Nova Deli: Prentice Hall of India, 2008.

OATES, P. B. *História Dibujada del Mueble Occidental*. Barcelona: Celeste Ediciones, 1995.

OPEN DESK. (2021). *Open Desk: dados sobre Open Desk, Open Source e Projetos*. Acesso em 15/04/2021, disponível em: <http://www.opendesk.com/>

PANERO, J; ZELNIK, M. *Dimensionamento humano para espaços interiores: um livro de consulta e referência para projetos*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2002.

PAZMINO, A. V. *Como se cria: 40 métodos para design de produtos*. São Paulo: Editora Blucher, 2015.

PEDRO, A. L. *Sistemas paramétricos de modelação visual por nodes: um estudo sobre as possibilidades projetuais concedidas na modelação*, 126f. *Dissertação*

(Mestrado em Design de Equipamento) – Faculdade de Belas Artes, Universidade de Lisboa, 2016.

POLY BRASIL. (2021). Poly Brasil: dados sobre Acrílico – Chapas Cast e Extrudadas. Acesso em 04/06/2021, disponível em: <https://www.polybrasil.com.br/wp-content/uploads/2018/08/Datasheet-acr%C3%ADlico-chapas-cast-e-extrudadas.pdf>

RUST, R; TURGEON, K. *Arts and Crafts*. Nova Iorque: Friedman/Fairfax Publishers, 2000.

SADLER, S. *Archigram: architecture without architecture*. Cambridge: MIT Press, 2005.

SEELY, J. C. K. *Digital fabrication in the architectural design process*. 2004. 77f. Dissertação (Master of Science in Architecture Studies) – MIT, Dept. of Architecture, Massachusetts, 2004.

SERAPIÃO, F. (2018). *Arco Web: dados sobre Hotel Unique*. Acesso em 22/04/2018, disponível em: <https://www.arcowebcom.br/projetodesign/especiais/ruy-ohtake-apartamento-do-hotel-unique-sao-paulo>

SILVA, S. D. *CNC: programação de comandos numéricos computadorizados: torneamento*. 4ª ed. São Paulo: Érica, 2005.

SILVÉRIO, A. *Invenções de arquitetura: uma análise de Instant city e Éden como propostas experimentais arquitetônicas*. 24f. Dissertação (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design, Universidade Federal de Uberlândia, 2016.

TARDIVO, J. A. *Análise do movimento metabolista japonês - Objeto de estudo da Torre Cápsula, do arquiteto Kurokawa*. Caderno de pós-graduação em arquitetura e urbanismo, São Paulo, 2012.

TICHAUER, E. R. *The Biomechanical Basis of Ergonomics: Anatomy Applied to the Design of Work Situations*. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1978.

VENTURI, R. *Complexidade e contradição em arquitetura*. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

VIEIRA, A. K. *Design Generativo - Estudo exploratório sobre o uso de programação no design*, 117f. Dissertação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2014.

