



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Maria Garibaldi Mahmoud

Design de Interiores e a Era Digital

Flexibilidade, Interatividade e Ferramentas Digitais aliadas ao projeto contemporâneo

Monografia apresentada ao Programa de Pós Graduação em Design de Interiores da PUC - Rio como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Design de Interiores. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinalada.

Orientadora: Profa. Ecatherina Brasileiro
Coordenadora: Profa. Dra. Leila Lemgruber

Rio de Janeiro

2012

CCE
COORDENAÇÃO
CENTRAL DE
EXTENSÃO

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me apoiaram no estimulante caminho da educação e ao meu Zeca por sua paciência, ajuda, compreensão e amor sempre.

Agradeço a Ernesto Bueno pela colaboração com o meu crescimento em relação ao tema abordado.

Agradeço a Verônica Natividade, que em sua dedicação ao assunto encontrei inspiração.

Franklin Lee e Anne Save de Beaurecueil pela atenção e recomendações bibliográficas.

Agradeço ao meu grupo de trabalho, Geisa Hartmann e Lucia Quental, porque esta monografia começou ainda em sala de aula.

Finalmente, Ecatherina Brasileiro, Leila Lemgruber, Paula Neder, Irina Aragão, Alexandre Teixeira, e a aos professores da *Pós em Design de Interiores* que me mostraram o prazer de voltar a estudar.

Resumo

A monografia “Design de Interiores e a Era Digital: Flexibilidade, Interatividade e Ferramentas Digitais aliadas ao projeto contemporâneo” busca investigar possibilidades projetuais adequadas à família contemporânea e seus anseios, a partir do estudo das (não tão novas) teorias da Flexibilidade e das recentes técnicas de Design e Fabricação Digital.

Inicialmente buscamos contextualizar sociologicamente as transformações ocorridas na estrutura da família a partir do século XX e suas conseqüências, com o intuito de demonstrar a demanda por um projeto de *interiores* alinhado com as expectativas atuais.

Em seguida abordamos mudanças conceituais no pensar projetual e a busca pela complexidade viabilizada pelas novas tecnologias.

Os métodos abordados são a *flexibilidade* e o *design digital*. Através dos exemplos é exposta uma variedade de soluções para o espaço doméstico, cuja escala foi privilegiada pelos novos processos - onde a viabilidade econômica não é questionada quanto nas grandes escalas. Neste momento fica demonstrada a capacidade de experimentação das ferramentas de fabricação digital.

Torna-se necessário esclarecer, de que a compreensão do processo das novas técnicas passa pelo estudo da evolução teórica e técnica ocorrida no âmbito da disciplina da Arquitetura.

Palavras chave: *Flexibilidade, Interatividade, Parametria, Fabricação Digital.*

Sumário

1. Projeto de Interiores no contexto contemporâneo	
1.1. Tecnologia x Cultura Material.....	09
1.2. Ruptura Conceitual: Evolução do Pensamento em Arquitetura.....	13
1.3 Parametria, Flexibilidade e Interatividade.....	17
2. Parametria e Contextos Digitais	
2.1. Parametria e Design Algorítmico – Complexidade.....	25
2.2. Fabricação: A Revolução Industrial Digital.....	31
3. Ferramentas Digitais aliadas aos conceitos de Flexibilidade e Interatividade	
3.1. Panorama da Flexibilidade – Séculos XX e XXI.....	43
3.2. Flexibilidade e Interatividade aliada aos Processos Digitais.....	52
4. Exemplos de aplicações: Design Digital e Flexibilidade	
4.1. Design Digital – Exemplos e aplicações: mundo.....	60
4.2. Design Digital – Exemplos e aplicações: contexto brasileiro.....	65
4.3. Flexibilidade – Exemplos e aplicações: mundo.....	70
4.4. Flexibilidade – Exemplos e aplicações: mundo.....	76
5. Considerações Finais.....	80
6. Bibliografia.....	84

Lista de Ilustrações

Figura 01 – <i>Bloom House</i> , Los Angeles, 2010.....	16
Figura 02 – <i>High Low Workshop</i> , São Paulo, 2011.....	19
Figura 03 – <i>Técnicas paramétricas aplicadas a outras disciplinas</i>	20
Figura 04 – <i>Hexigloo Pavillion</i> , Bucareste, 2011.....	21
Figura 05 – <i>The Bubble</i> , Frankfurt, 1999.....	29
Figura 06 – <i>HoneyComb Morphologies</i>	30
Figura 07 – <i>Fish</i> , Barcelona, 1992.....	31
Figura 08 – <i>EXOTique</i> , Muncie, 2011.....	34
Figura 09 – <i>EXOTique</i> , Muncie, 2011.....	35
Figura 10 – <i>Fab Lab</i> , São Paulo.....	40
Figura 11 – <i>Talk to me</i> , Nova York, 2011.....	43
Figura 12 – <i>Instant City</i> , Archigram.....	46
Figura 13 – <i>Naked House</i> , Saitama, 2000.....	50
Figura 14 – Apartamento MaxHaus, São Paulo, 2012.....	52
Figura 15 e 16 – Casa Möbius, Het Gooi, 1993.....	56
Figura 17 – <i>Loft</i> , Nova York, 2007.....	60
Figura 18 e 19 – <i>Loft</i> , Nova York, 2007.....	61
Figura 20 – <i>Ambient Divider</i> , Chile, 2010.....	62
Figura 21 – <i>Chick'n'Egg Chair</i> , Suíça, 2010.....	63
Figura 22 – <i>Sherman Bibliotheca</i> , Sydney, 2009.....	64
Figura 23 – Cadeira Pantosh, Rio de Janeiro, 2008.....	65
Figura 24 – Cadeira Pantosh, Rio de Janeiro, 2008.....	66
Figura 25 e 26 – Aldeia Coworking, Curitiba, 2010.....	67
Figura 27 – Casa Cobogó, São Paulo, 2011.....	68
Figura 28– Casa Cobogó, São Paulo, 2011.....	69
Figura 29 – Módulos, Erwin Hauer.....	69

Figura 30 – <i>SHWITCH Apartment</i> , Tokio, 2010.....	70
Figura 31 e 32 – <i>SHWITCH Apartment</i> , Tokio, 2010.....	71
Figura 33 – <i>Parametric Bookshelves</i> , Itália, 2006.....	72
Figura 34 e 35 – <i>Parametric Bookshelves</i> , Itália, 2006.....	73
Figura 36 – <i>Casulo Mobile Living Furniture</i> , Alemanha, 2007.....	74
Figura 37 – <i>Casulo Mobile Living Furniture</i> , Alemanha, 2007.....	75
Figura 38 – <i>MOB</i> , Curitiba, 2010.....	76
Figura 39 e 40 – <i>MOB</i> , Curitiba, 2010.....	77
Figura 41 – <i>Bohemian Cyborg</i> , São Paulo,2010.....	78
Figura 42 – <i>Bohemian Cyborg</i> , São Paulo,2010.....	79

1.

Projeto de *Interiores* no contexto contemporâneo

Modernidade Líquida e o contexto filosófico atual

Vivemos em um momento em que as tecnologias digitais estão presentes nos mais variados aspectos do cotidiano. No contexto da Modernidade Líquida¹, as formações familiares já não são mais as mesmas, e a relação com a espacialidade foi alterada com a popularização da internet e a criação da telefonia móvel. A fluidez, parte dos tempos de hoje em todos os âmbitos da vida, trabalho, política e tempo, passou do *sistema* para a *sociedade*, do *macro* ao *micro*:

O que todas essas características dos fluidos mostram, em linguagem simples, é que o líquido, diferente dos sólidos, não mantém a forma com facilidade. Os fluidos, por assim dizer, não fixam no espaço e nem prendem o tempo. Enquanto os sólidos têm dimensões espaciais claras, mas neutralizam o impacto e, portanto, diminuem a significação do tempo (resistem efetivamente a seu fluxo ou o tornam irrelevante), os fluidos não se atêm muito a qualquer forma e estão constantemente prontos (e propensos) a mudá-la; assim para eles, o que conta é o tempo, mais do que o espaço que lhes toca ocupar; espaço que, afinal, preenchem apenas por um momento.

(BAUMAN, 2001, p.8)

Segundo o sociólogo polaco, saímos da Era do Hardware, ou modernidade pesada, obcecada pelo volume, tamanho e fronteiras, da fábrica fordista, da racionalidade planejada. O processo de derretimento dos sólidos – liquefação – vem dissolvendo o que resiste ao tempo, imune ao seu fluxo. A modernidade leve, ou Era do Software tem formas organizacionais mais soltas e as distâncias perdem sentido diante da viagem na *velocidade da luz* onde o espaço pode ser atravessado em literalmente *tempo nenhum*. Agora, o menor, mais leve e mais portátil é que significam melhoria e *progresso*.

¹ BAUMAN, Zygmunt. *Modernidade Líquida*. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

Neste mundo, as identidades parecem fixas apenas quando vistas de relance, de fora. Se a modernidade sólida punha a duração eterna como principal motivo e princípio da ação, a modernidade fluida supõe a efemeridade.

Gerhard Schulze² afirma que um novo tipo de incerteza é característica: não saber os fins, em lugar da incerteza tradicional de não saber os meios. As utopias da boa sociedade deixaram de ser escritas. A quantidade de possibilidades é tão grande que nunca poderá ser exaurida.

“... não acreditamos numa totalidade primordial que existiu uma vez, nem na totalidade final que espera por nós numa data futura.”

(DELEUZE; GUATTARI, 1977, p.42 apud BAUMAN, 2001, p.29)

Numa vida guiada pelo preceito da flexibilidade, as estratégias e planos de vida só podem ser de curto prazo.

1.1.

Tecnologia x Cultura Material

Revolução Industrial, tecnologia e mudanças no *interior* doméstico

“... o lar é a alma da casa e o paraíso da nossa individualidade privada...”

(LEMOS 2004, p.121 apud REQUENA, 2007, p.18)

O surgimento de um modo de vida metropolitano nos séculos XVIII e XIX em conseqüência do processo de industrialização gerou profundas mudanças na composição dos grupos familiares. A casa da sociedade industrial já não abrigava empregados e aprendizes sob a tutela de um *pai-patrão* proprietário dos meios de produção - a família extensa - característica na Europa Medieval.

² SHULZE, 1997, p.49 apud BAUMAN, 2001, p.72.

O lar da Era Moderna não incorpora o espaço de trabalho, é habitado por pessoas ligadas por laços estreitos de consangüinidade. A configuração tripartida em zonas social, íntima e de serviços, que ainda hoje nos é familiar, é herança da habitação burguesa pós Revolução Industrial.

É óbvio que as fábricas são resultado da revolução industrial, mas raramente pensamos que os lares, tal como conhecemos hoje, são uma criação da mesma revolução. Antes a maior parte da produção e do comércio era realizada nas residências dos artesãos, comerciantes ou profissionais envolvidos, e compreendia-se a casa como um lugar que incorporava o trabalho às atividades habituais de morar, comer, dormir e assim por diante. Porém quando o trabalho produtivo foi removido para as fábricas, escritórios ou lojas, o lar tornou-se um lugar exclusivamente para comer, dormir, criar filhos e desfrutar do ócio. A casa adquiriu um caráter novo e diferenciado, que foi vivamente representado em sua decoração e no design de seus objetos.³

Tramontano descreve que o Movimento Moderno europeu do entreguerras constituiu o primeiro e único momento em toda a História da Arquitetura em que o desenho e produção de espaços de morar foram integralmente revistos, analisados de acordo com critérios claramente formulados, cujos resultados nortearam – e ainda norteiam – boa parcela de projetos de habitação em todo o mundo ocidentalizado.⁴

Entretanto os arquitetos Modernos previram uma habitação, que correspondia a um homem, família, cidade e paisagem *padrão*. O arquétipo da habitação para todos foi usado levemente pela lógica técnico financeira dos empresários da construção.

Depois da vitória aliada na Segunda Guerra Mundial, a cultura norte americana foi ratificada como referencial de costumes, e o modo de morar americano, divulgado pelo cinema, onde a habitação passou a ter status de *bem de consumo*.

³ FORTY, Adrian. *Objetos de desejo*. São Paulo: Cosac Naify, 2007, p.137.

⁴ TRAMONTANO, M. *Habitações, Metrópolis e Modos de Vida: por uma reflexão sobre a habitação contemporânea*, 1998.

Disponível em: http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria_artigos_online01.htm

A década de 60 foi um período chave na crise da arquitetura moderna, ou o que podemos entender como um *fim sem volta da ilusão moderna de que a humanidade caminhava em progresso contínuo, rumo a certa finalidade divina*.⁵

Diferente do posicionamento *impassível* dos arquitetos modernos, fundamentado por tipos e normas preestabelecidas, uma das características fundamentais da tecnologia é o seu processo de constante avanço.

Com o desenvolvimento da informatização temos o início da chamada Era da Informação, ou Era Digital, em meados dos anos 90. A comunicação à distância coloca em questão as noções de deslocamento. A sociedade pós-industrial recebe informação onde estiver não sendo mais necessário que a população se agrupe onde esta se origina.

O impacto destas transformações, aliadas à diferente postura feminina⁶ - que respaldada pelo uso de métodos anticoncepcionais, contribuiu para a queda de fecundidade - são as causas do surgimento de uma nova realidade que afetou diretamente a configuração da família nuclear.

Novos grupos domésticos surgiram: famílias monoparentais, casais DINKS (do inglês *double income, no kids – dupla renda, sem filhos*), uniões livres incluindo de casais homossexuais, grupos coabitando sem laços conjugais ou de parentesco, todos eles com mais autonomia de cada um dos seus membros.

Mesmo com tantas mudanças, o espaço doméstico não acompanhou as inovações com o mesmo ritmo. A arquitetura é a mais lenta das práticas de projeto ao incorporar novas tecnologias, devido à indústria da construção, que tradicionalmente evita risco.

⁵ NATIVIDADE, Verônica Gomes. *Fraturas metodológicas nas arquiteturas digitais*. São Paulo: USP/FAU, 2010, p. 302.

⁶ “Nesse sentido, para as mulheres, o surgimento da pílula anticoncepcional, no início da década, foi responsável por um comportamento sexual feminino mais liberal. Porém, elas também queriam igualdade de direitos, de salários, de decisão.”
Fonte: <http://almanaque.folha.uol.com.br/anos60.htm>

Apartamentos de hoje em dia ainda tendem a se assemelhar com o que seria o arquétipo da *habitação para todos* ou ainda carregam princípios da tripartição burguesa dos lares parisienses do final do século XIX⁷, com algumas variações, como a oferta de serviços em condomínios.

As plantas dos apartamentos continuam a ser destinados ao modelo de família nuclear que ainda hoje existe, mas divide espaço com várias outras novas configurações. Cumpre observar inclusive, a tendência⁸ em crescimento do modelo em que o indivíduo mora sozinho (*singletons*) e se agrupa *eventualmente* em grupos familiares diversos. Neste formato o morador se comunica à distância através das redes sociais, trabalha em casa ou se mantém em pleno deslocamento e exige equipamentos públicos para o encontro com os outros.

Desde a Revolução Industrial e das primeiras mudanças na idéia do que seria o lar, as tecnologias criadas para facilitar o cotidiano humano e o comportamento dos seus usuários, geram reflexos para o *interior* doméstico.

A inserção de tecnologias de informação e comunicação no cotidiano social a partir do século XXI abriu a possibilidade de uma assimilação de conteúdos que deixa de ser passiva e contemplativa, onde experimentação e interatividade se tornaram novas demandas.

Neste contexto a rediscussão das formas do pensar projetual torna-se pertinente observando a nova gama de necessidades vinculadas à constante fluidez e cruzamento de informações.

⁷ TRAMONTANO, M, op. cit..

Disponível em: http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria_artigos_online01.htm

⁸ Com 12 milhões de pessoas que passam a morar sozinhas a cada ano no mundo, o número de lares com um único morador (também chamados de unipessoais) já é o maior da história e tem crescido a um ritmo acelerado, impulsionado, principalmente, por países emergentes como o Brasil. Segundo dados da consultoria americana *Euromonitor*, mais de 270 milhões de pessoas ao redor do globo, ou quase 4% da população mundial, moravam sozinhas em 2011, um crescimento de 27,6% na comparação com 2006 e de 77% em relação a 1996. (Matéria publicada no site da BBC Brasil em 25 de maio de 2012). Disponível em: http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2012/05/120518_pessoas_morando_sozinhas_crescimento_lgb.shtml

Mais do que síntese e simplificação da forma - aclamada pelo movimento moderno - esta, que é chamada a Era da Tecnologia e da Informação revoga interdisciplinaridade, conectividade, pluralismo e complexidade.

Investigar processos de *design digital* considerando parâmetros como *flexibilidade e interatividade* e criar novos critérios para pensar o *interior* dos lares contemporâneos, mais adequados às mudanças dos grupos familiares e novos comportamentos são os objetivos deste trabalho.

1.2.

Ruptura Conceitual: Evolução do Pensamento em Arquitetura

Pensar projetual: da tradição arquitetônica à *revolução digital*.

Até a renascença ser arquiteto significava também ser construtor e o conhecimento das técnicas construtivas fazia parte das funções da profissão onde e a transmissão do conteúdo de projeto se dava oralmente.

Verônica Natividade esclarece⁹ que a maneira de conceber a arquitetura, diretamente no canteiro de obras foi modificada no Renascimento. Alberti¹⁰ intelectualizou o escopo do trabalho do arquiteto quando recuperou os atributos básicos da arquitetura apresentados por Vitruvius¹¹: beleza, firmeza e utilidade.

⁹ NATIVIDADE, 2010, p.43.

¹⁰ Leon Battista Alberti (Genova, 1404 – Roma, 1472) foi um arquiteto e teórico de arte: humanista italiano personificou o ideal renascentista. Filósofo de arquitetura e urbanismo, pintor, músico e escultor [...] atuou em numerosos campos de atividade.
Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Leon_Battista_Alberti

¹¹ Marcus Vitruvius Pollio foi um arquiteto e engenheiro romano que viveu no século I a.C. e deixou como legado a obra "*De Architectura*" (10 volumes, aprox. 27 a 16 a.C.), único tratado europeu do período greco-romano que chegou aos nossos dias e serviu de fonte de inspiração a diversos textos sobre Hidráulica, Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, desde o Renascimento.
Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Vitr%C3%BAvio>

A esta separação das funções de desenhar-projetar e executar-construir chama-se *paradigma albertiano*.

O pensamento arquitetônico, geralmente remete à noção de representação, ou à representação em si e não à sua construção propriamente dita: antes de conceber o objeto arquitetônico, o arquiteto deve ter uma imagem do projeto¹².

Com o desenvolvimento da Geometria Descritiva no século XVIII (a partir dos *sólidos platônicos* e da *geometria euclidiana*), a representação de objetos tridimensionais em ambiente bidimensional (papel), se tornou a base do desenho técnico como conhecemos hoje.

Uma das conseqüências deste sistema vem das limitações do papel e da necessidade de escalar o desenho que é sempre representado em partes, não o todo (o desenho é o projeto, não é o espaço e nem é a arquitetura). A dependência do design do projeto e a capacidade de representá-lo geraram uma série de limitações.

Para o arquiteto Peter Eisenman a preferência por formas puras na arquitetura, veio da incapacidade de representar formas complexas (os postulados da arquitetura modernista permaneceram baseados nos ideais clássicos: ferramentas tradicionais, matemática clássica, geometria descritiva e perspectiva). Ele enxergou no computador o meio através do qual seria possível o rompimento com a tradição clássica e o surgimento da nova arquitetura.¹³

Com a aplicação das ferramentas digitais, inicialmente na década de 60 e mais intensamente na década de 90, o *paradigma albertiano* passa a ser questionado, depois de cinco séculos de prevalência.

¹² FEFERMAN, 2003 apud NATIVIDADE, 2010, p.44.

¹³ Idem, op. cit., p.56.

“... das ferramentas tradicionais espera-se que façam o que devem fazer, mas dos instrumentos digitais interativos, há expectativa que façam alguma coisa, que pensem que decidam durante a solução de um problema.”

(MANZINI apud NATIVIDADE, 2010, P.54)

O reconhecimento do potencial das ferramentas digitais e sua absorção não foi de imediato. O ambiente digital abriu caminho para a exploração de novas teorias matemáticas capazes de representar essa nova *noção de espaço*, diferente do plano cartesiano, onde a redução não é mais necessária.

O projetar utilizando meios digitais tridimensionais, sem a limitação da orientação ortogonal, passou a permitir a manipulação da forma de maneira mais *holística*¹⁴. O processo criativo já não está mais limitado pela instância do realizável.

“Os instrumentos digitais não são ferramentas para explorar o conhecido, mas para adentrar no que é desconhecido.”

(KOSTAS, 2003 apud NATIVIDADE, 2010, p.131)

Neste novo cenário, livre de limitações do plano dimensional, não há uma linha única de pensamento. Com a experimentação as visões se desdobram em abordagens múltiplas. É possível compreender o espaço e analisar possíveis soluções com maior complexidade do que nos métodos analógicos.

O período entre os anos 60 até a construção do Guggenheim de Bilbao (Frank Gehry, 1992-1997), é o que podemos chamar como período de incubação. Natividade explica que quando algo tão extraordinário é construído, espera-se que o processo de concepção também seja tão único e extraordinário quanto o resultado.¹⁵ A partir dos anos 90 a natureza do espaço virtual passa a ter novo enfoque e conceitos formais foram revisitados. Espaços contínuos e fluidos são gerados a partir de novas relações de conectividade e flexibilidade.

¹⁴ Idem, op. cit., p.130.

¹⁵ Idem, op. cit., p.142.

Arquitetos como Marcos Novak (1957) e Greg Lynn (1964) acreditam que passamos de um espaço passivo de coordenadas estáticas para um espaço ativo de interações – da pureza autônoma para a espacialidade contextual.¹⁶



Figura 01: Interior da *Bloom House* (Los Angeles, 2010). Superfícies distorcidas, e ondulações nas paredes, mobiliários e iluminação. O arquiteto norte americano se destaca por focar seus estudos e teses na arquitetura digital baseada em computadores desde a década de 90. Trabalhou com Peter Eisenmann antes de fundar a Greg Lynn Form.

Fontes: <http://freshome.com/2009/07/20/colorful-interior-design-bloom-house-by-greg-lynn-architects/>, <http://www.projetoblog.com.br/2011/greg-lynn/#more-552> e <http://glform.com/>

¹⁶ LYNN, 1998 apud NATIVIDADE, 2010, p.138.

Mesmo tendo declarado que a intenção inicial dos seus estudos era meramente formal e especulativa, ainda era difícil imaginar a materialização de formas tão complexas. Muito do que foi produzido neste meio ainda estava restrito aos domínios digitais.

Com a construção do Guggenheim, de Gehry, o questionamento sobre *como foi feito* passou a ser tão ou mais importante do que *o que foi feito*.¹⁷

Esta mudança de paradigma extravasou os limites da disciplina e o reconhecimento das novas técnicas fomenta sua aplicação da Arquitetura para o Design de Interiores.

1.3.

Parametria, Flexibilidade e Interatividade

Métodos complexos e sistemas flexíveis

“A arquitetura é um todo complexo.”

(VENTURI, 1966 apud NATIVIDADE, 2010, p. 302)

Edgar Morin em *Introdução ao Pensamento Complexo*¹⁸ aponta que a fragmentação do raciocínio clássico reduziu a leis e princípios o aparente caos da natureza através da racionalização e da criação de sistemas coerentes: o que se contradiz é afastado - o Paradigma da Simplificação.

Este raciocínio vem sendo substituído por estudos complexos em que descobertas científicas incluem princípios anteriormente rejeitados como a incerteza, a probabilidade e a noção de consciência.

¹⁷ Kolarevic 2000 apud NATIVIDADE, 2010, p.142.

¹⁸ NATIVIDADE, Verônica Gomes; VENTURA, Alessandro. *Arquitetura Algorítmica: uma abordagem conceitual*, 2009.
Disponível em: http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2009_1020.content.pdf

À visão sistêmica do universo, onde elementos subjetivos e objetivos estão conectados e se influenciam mutuamente dão lugar ao que Morin chamou de Paradigma da Complexidade.

Este mesmo paralelo pode ser observado no arcabouço teórico da arquitetura, onde a simplificação foi princípio nos postulados Modernistas, baseados em regras estáticas e imutáveis.

Reações a este discurso aparecem na década de 60 quando o tema complexidade passa a fazer parte dos projetos incorporando comunicação e tecnologia ao seu pensamento, criando propostas abertas e flexíveis.

O mecânico torna-se eletrônico e o design que emerge na Era Digital¹⁹ passa a incluir complexidade na expressão formal e no processo de concepção digital.

Inicialmente a produção de arquitetura teve pouco sucesso em se manter atualizada com os avanços tecnológicos quando comparado ao progresso alcançado por outras práticas relacionadas ao design.

De fato, assim que a produção assistida por computador invadiu as práticas de design nos anos 80, transformando radicalmente as suas fundações generativas e capacidades produtivas, o pensamento arquitetônico se encontrava separado da produção material.

As tecnologias da informação se tornaram ferramentas indispensáveis no desenvolvimento de projetos e na comunicação entre clientes, engenheiros e colaboradores a partir dos anos 90 quando as pranchetas foram substituídas pelo computador.

¹⁹ KOLAVERIC, 2003 apud NATIVIDADE, Verônica Gomes, op. cit..
Disponível em: http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2009_1020.content.pdf

Apesar de o computador ter uma história recente, é possível perceber as diferentes fases e tarefas para as quais tem sido utilizado na arquitetura: desde substituto do trabalho mecânico nos anos 70, a ferramenta de representação 3D foto-realista nos 80, sendo mais tarde utilizado pelas suas capacidades e processos generativos (morphing, modelagem paramétrica, sistemas evolutivos), surgindo finalmente, no final dos anos 90, a possibilidade de associar a análise e a fabricação, com a construção na arquitetura (CAD-CAE-CAM).

(HENRIQUES; BUENO, 2010, p.02)

Não é surpresa que o primeiro impacto significativo das aplicações de computador tenha mais a ver com pesquisas formais e estilísticas do que com qualquer exploração da capacidade das novas tecnologias para redefinir a forma como o projeto pode ser concebido ou produzido.

Hoje em dia a tarefa experimental e formal, realizada em número cada vez maior em instituições acadêmicas e a percepção generalizada dos benefícios da inovação tecnológica para o nosso ambiente cotidiano contribuiu para a definição de uma nova relação entre tecnologia e arquitetura.



Figura 02: *High - Low Workshop* realizado em São Paulo (2011) faz parte do programa da *Architectural Association School of Architects* (Londres) - o *AA Visiting School*. Participantes tiveram aulas com os coordenadores Anne Save de Beaucueil e Franklin Lee além de professores e tutores convidados de várias partes do mundo. A oficina de design abordou modelagem computacional paramétrica, softwares de simulação ambiental, *Rhino Grasshopper*, *GECO*, *Kangaroo* e *Galapagos*, *RhinoNest*, bem como *Processing* e *Arduino*, além de processos de fabricação digital usando corte a laser e máquinas de usinagem CNC para a produção de modelos físicos e protótipos. Fonte: http://saopaulo.aaschool.ac.uk/?page_id=894

Neste novo contexto de produção, o papel do *design paramétrico* ganha crescente importância - baseado não em quantidades métricas fixas, mas em relações consistentes entre objetos, o processo permite que mudanças em um único elemento propague alterações correspondentes ao longo do sistema.

Em paralelo, desenvolvimentos em *scripting* abriram caminho para o design algorítmico, que permite que sejam criadas formas complexas a partir de métodos interativos simples ao mesmo tempo preservando as qualidades específicas.

Se a *parametria* é uma técnica para o controle holístico²⁰, o *método algorítmico* é generativo, produzindo formas complexas e estruturas baseadas numa regra simples de componentes. Em ambos é possível a manipulação do design de objetos em todas as escalas - da jóia ao edifício - da parte ao todo.



Figura 03: Técnicas paramétricas aplicadas a outras disciplinas do design: com consultoria do arquiteto Daniel Widrig a estilista holandesa Iris Van Herpen criou uma coleção de roupas fabricadas em impressoras 3D, inspiradas na transformação de líquidos em cristais. À direita, jóias com formas orgânicas desenvolvidas para a marca Swarovski pelo arquiteto Greg Lynn.
Fontes: <http://www.arch2o.com/crystallization-daniel-widrig-iris-van-herpen-mgx/#.T7-arrCXSSo>
<http://tmagazine.blogs.nytimes.com/2012/05/24/seeing-things-greg-lynn-for-atelier-swarovski/>

²⁰ NATIVIDADE, 2010, p. 302.

Através de abordagens complementares dos campos de arquitetura, design e engenharia, profissionais e estudantes vêm desenvolvendo uma série de experimentos que mostram como a inovação nos processos de modelagem e fabricação digital facilitam a ligação entre reinos pesquisa formal - produção.



Figura 04: Os pavilhões (*pavillions*) têm sido amplamente utilizados como forma de experimentação de novas tecnologias de design e fabricação digital em várias universidades do globo: o *Hexigloo Pavillion* foi desenvolvido em um workshop em Bucareste, na Romênia.
Fonte: <http://www.archdaily.com/146764/hexigloo-pavilion-tudor-cosmatu-irina-bogdan-andrei-radacanu/>

Estes métodos dispõem de grande capacidade de exploração formal e adaptação ao projeto de acordo com características específicas pré-determinadas. O ciclo projete – construa – faça – aprenda (*design – build – make – learn*), expressa a possibilidade de aprimoramento durante o exercício.

As estruturas arquitetônicas têm esta única coisa em comum: elas são somatórios de numerosas partes juntas. Esta afirmação é baseada no simples fato de que nenhum material, natural ou fabricado é tão grande quanto um edifício. Se o arquiteto usou ferramentas de modelagem digital contemporâneas para criar uma forma complexa, cada elemento do design é provavelmente diferente.

Através de um fluxo contínuo de informação - da concepção à fabricação - dados em formato padrão são encaminhados para um software controla ferramentas informatizadas e produzem vários componentes.

Observando estas novas maneiras de assimilação dos conteúdos, o *programa pré-definido* pode se flexibilizar e ser customizado – reconfigurável , levando em conta as atividades realizadas no invólucro residencial.

O designer não mais antecipa atividades no espaço que desenha: um sistema aberto autentica a participação do morador tornando-o co-designer com liberdade de interferir na configuração do ambiente construído à medida que seu o seu uso for alterado, criando novas experiências no cotidiano doméstico.

Dar sentido à multiplicidade de visões, opiniões, às distintas maneiras de viver e se expressar incorporando o imprevisível é superar mecanicismos estabelecidos²¹ e trabalhar com formas versáteis, estratégias livres, fluidas, capazes de se adaptarem as características do entorno ou do *interior* residencial com suas características e demandas específicas.

“... os sistemas serão suficientemente flexíveis para permitir o crescimento e a transformação ao longo da vida... permanecerão abertos... em síntese o importante é a atividade e não a forma.”

(SMITHSON apud MONTANER, 2009, p.93)

²¹ MONTANER, Josep Maria. *Sistemas arquitetônicos contemporâneos*. 2009: Barcelona, Gustavo Gili, p.93.

2.

Parametria e Contextos Digitais

Novas ferramentas, novas possibilidades

Todas as áreas criativas e produtivas sofreram o impacto do desenvolvimento da informática e tecnologias da informação e comunicação. Observando a idéia do Paradigma da Simplificação x Paradigma da Complexidade, a arquitetura emerge na Era Digital através de ferramentas tecnológicas que redefinem os meios pelos quais a idéia projetual pode ser concebida e produzida.

O tradicional conjunto de desenhos projetivos²² composto por plantas, cortes, fachadas e perspectivas, já não é suficiente para representar a complexidade dos projetos atuais.

As novas ferramentas permitem a produção em duas e três dimensões ao mesmo tempo, otimizando o tempo e potencializando o processo de criação. Verônica Natividade observa que agora se desenham as condições de projeto, as regras que geram a forma ao invés de desenhar a forma propriamente dita.

Na prática, a arquitetura já não mais seria definida pelo repertório de soluções a priori, mas pelo processo de tornar-se algo por meio de processos generativos digitais.²³

(NATIVIDADE, 2010, p.47)

O uso de *softwares paramétricos*, *scriptings* ou *algoritmos* geraram profundas mudanças nas práticas projetuais a partir da produção de geometrias complexas e implementação de novas diretrizes desvinculadas dos princípios marcados pelo movimento moderno.

²² NATIVIDADE, 2010, p. 47.

²³ Idem, op. cit., p.111.

Estas técnicas inicialmente utilizadas para a otimização do desenho e representação, não influenciando nas formas tradicionais do pensamento projetual, agora auxiliam o designer nas tomadas de decisão.

A importância do desenvolvimento do projeto associado à informática, programação e geometria computacional através do uso de *softwares paramétricos* e *scripts* tem sido confirmada através de estudos acadêmicos de instituições como o MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), AA (*Architectural Association School of Architecture*), UPC (*Universitat Politècnica de Catalunya*), UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas) entre muitas outras.

As ferramentas digitais permitiram a reaproximação do processo de design e da execução. A integração do projeto e obra, modelagem e prototipagem e construção modificou o pensamento projetual.

A interdisciplinaridade é característica desta forma de design. Arquitetura e construção foram separadas, dissociadas no renascimento e agora voltam a se mostrar como uma atividade próxima e talvez única. Arquitetura, Engenharia, Construção, Design Gráfico, Cenografia e Vídeo são disciplinas convergentes e escritórios colaboram entre si.

No Brasil, apesar das dificuldades de implantação (maquinário e licenças de softwares tem custo alto, e acabam sendo viabilizados em ambientes de produção em série, onde os custos são diluídos com mais facilidade) o uso destas tecnologias começa a ser investigado em universidades - USP (Universidade de São Paulo), UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas) são exemplos e também alguns escritórios de arquitetura.

A *parametria* é uma das ferramentas de projeto mais aplicadas em estudos acadêmicos e estúdios porque oferece autonomia ao profissional ou estudante para a pesquisa de novas soluções.

Este sistema pode ser associado a programas de análise (simulação ambiental) e automatiza o processo de tradução do virtual para o real, já que suas informações vetoriais podem ser enviadas diretamente para uma ferramenta de fabricação digital.

2.1.

Parametria e Design Algorítmico – Complexidade

Ferramentas digitais: o que é *Parametria*?

Parametrização é o termo da Matemática que designa a descrição de elementos cuja variação de valor modifica a solução de um problema sem lhe modificar a natureza. A concepção paramétrica é o processo iterativo baseado nas relações consistentes entre objetos e não em quantidades métricas fixas, permitindo que as mudanças em um único elemento sejam propagadas por todo o sistema.

(MEREDITH, 2008, apud NATIVIDADE, 2010, p.142)

As tecnologias digitais aplicadas à arquitetura sofreram um grande avanço na década de 80 quando as ferramentas de Projeto Assistidas por Computador (CAD - *Computer Aided Design*) e as ferramentas de Manufatura Assistidas por Computador (CAM - *Computer Aided Manufacturing*), como a Prototipagem Rápida (RP - *Rapid Prototyping*) e o maquinário de Controle de Comando Numérico (CNC - *Computer Numerical Control*) redefiniram as relações entre projeto e produção, permitindo o design e fabricação de artefatos arquitetônicos empregando-se apenas *informações digitais*.

As ferramentas CAD eliminaram diversas limitações geométricas impostas pelos sistemas tradicionais de desenho facilitando o emprego de geometrias complexas não euclidianas, cujas construções seriam muito laboriosas e por vezes impossíveis de executar sem as também digitais ferramentas CAM.

A fabricação digital viabilizou a produção em larga escala de componentes não padronizados com rapidez e precisão, a customização em massa (*mass-customization*).

Na prática, a arquitetura já não mais seria definida pelo repertório de soluções a priori, mas pelo processo de tornar-se algo por meio de processos generativos digitais, onde se desenham as condições de projeto, as regras geradoras da forma, no lugar de desenhar a forma propriamente dita... O arquiteto tem domínio sobre as regras do sistema, mas não sobre as formas geradas.²⁴

A capacidade de alteração do modelo durante todo o processo de design, e de gerar e testar uma grande quantidade de versões dentro do ambiente virtual a partir de uma simples mudança de valores de um parâmetro específico configura a diferença entre os *sistemas paramétricos* e os tradicionais.

Sistemas generativos de projeto (*Generative Design Systems*) permitem produzir uma variedade de soluções potenciais. O uso de parâmetros e a avaliação de condicionais são procedimentos dos métodos generativos e as seqüências de instruções precisas são chamadas algoritmos (*Algorithmic Design*).

Para além da mudança nas formas de representação, as novas técnicas e operações digitais, redefiniram os caminhos do processo de concepção projetual. O uso dos softwares, porém, depende da apropriação dos arquitetos que definem as técnicas e objetivos a serem alcançados.

Os recursos oferecidos por ferramentas paramétricas permitem uma ampla investigação formal. A partir de uma base geométrica virtual pré-determinada, associam-se parâmetros de valores variáveis, que podem ser alterados a fim de se alcançar a forma ideal de acordo com as necessidades do projeto.

Esta forma inovadora de projetar auxilia o designer na tomada de decisões. A representação gráfica em meio virtual pode conter todo o projeto sendo possível simular a escala 1:1.

Projetar, medir e visualizar ao mesmo tempo permite um alto grau de experimentação, e um compromisso maior com a resolução de questões construtivas.

²⁴ NATIVIDADE, Verônica Gomes. *Da intuição à ciência: a parametria como método de projeto*. Disponível em: http://www1.sp.senac.br/hotsites/campus_santoamaro/ArquiteturaUrbanismo/arquivos/20101015_veronica_natividade.pdf

A colaboração dos computadores em determinadas tarefas de rotina permite ao arquiteto concentrar-se na busca por soluções de projeto em lugar de perder tempo com processos dispendiosos, tediosos e repetitivos, assim como, em vez de desenvolver uma única solução, gerar uma família de possibilidades e, entre essas, escolher a que se adapte melhor às necessidades específicas do projeto.²⁵

No campo teórico existe uma mudança de abordagem *de cima para baixo* (*top-down*) para *de baixo para cima* (*botton-up*), através da noção de controle indireto da forma pela dependência geométrica. O objeto se decompõe em elementos, gerados através de regras criadas pelo designer.

Não há controle inicial da forma, a forma é gerada pelas regras pré-determinadas anteriormente, e pode ser explorada a cada alteração destes componentes.

“No design paramétrico interessam mais os parâmetros e menos a forma, ou seja, são os parâmetros de um determinado objeto que são declarados e não sua forma.”

(KOLAVERIC, 2000, p.04 apud SILVA; AMORIM, 2010)

A mudança na lógica projetual passa pela modelagem de partes internas ao invés de formas externas, que são inesperadas.

O emprego destas tecnologias por veteranos e estudantes de arquitetura nos últimos anos tem alimentado a discussão sobre o surgimento de um estilo arquitetônico, o *parametrismo*, que seria um novo estilo para além do modernismo, pós-modernismo e desconstrutivismo²⁶.

Definições:

²⁵ ORCIUOLI, Affonso. *Ti aplicada à arquitetura: o antes e o depois*. Artigo publicado na revista AU, Ed.181, 2009. Disponível em: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/181/ti-aplicada-a-arquitetura-o-antes-e-o-depois--131091-1.asp>

²⁶ SILVA, Robson C.; AMORIM, Luiz. *Da arquitetura paramétrica ao urbanismo paramétrico*. Artigo publicado em SIGRADI 2010. Disponível em: http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2010_419.content.pdf

Parametria:

Na base técnica da parametrização o estabelecimento de uma série de princípios e variáveis de manipulação, permitem a elaboração de formas geométricas inesperadas geradas digitalmente, esclarece Verônica Natividade.

Sua capacidade de obter vários ajustes do modelo, através da reconfiguração das relações geométricas, seguindo a mesma orientação básica intencionada inicialmente permite a experimentação de grandes ou pequenas variações formais no modelo digital.

O professor Affonso Orciuoli coloca que mais do que a necessidade da definição de medidas exatas se define as relações que as partes deveriam guardar entre si.²⁷ Definem-se parâmetros onde alterando seus valores podemos alterar a geometria resultante, em tempo real.

Algoritmos e scriptings:

O algoritmo é uma lista de passos para realizar uma tarefa. Por meio da programação (linguagem *script*), os algoritmos são implementados na arquitetura e definem as propriedades básicas do objeto que serão mantidas. Nos processos digitais o designer não parte de uma forma pré-estabelecida, mas de regras que regem a forma.²⁸ O grau de indeterminação aqui é maior que no processo paramétrico.

“Em casos onde a solução é desconhecida, vaga ou mal definida, os algoritmos são poderosas ferramentas para testar incontáveis possibilidades de solução [...] quanto mais completas as descrições (*inputs*) mais ricos são os *outputs*.”

(NATIVIDADE, 2010, p.245)

²⁷ ORCIUOLI, Affonso, op.cit.. Disponível em: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/181/ti-aplicada-a-arquitetura-o-antes-e-o-depois--131091-1.asp>

²⁸ NATIVIDADE, Verônica Gomes. *Fraturas metodológicas nas arquiteturas digitais*. São Paulo: USP/FAU, 2010, p. 234.

Para Orciuoli, um algoritmo é uma seqüência de instruções bem definidas e cada uma das quais pode ser executada mecanicamente. [...] Uma receita de cozinha, por exemplo, é um algoritmo. Determinam-se resultados a serem alcançados e procedimentos para que estes se cumpram.²⁹

Conceitos como *processos generativos*, *morfogenéticos*, *biomimética* e *funções matemáticas* aplicadas ao design estão conectados às *arquiteturas algorítmicas* por meio da investigação do desenvolvimento de organismos da natureza que é decodificado em algoritmo e aplicado ao projeto.

Este design apresenta novos aspectos como *espaço topológico*, *superfícies isomórficas*, *sistemas dinâmicos*, *design paramétrico*, *algoritmos genéricos* e *morfologia blob*, entre outros - formas complexas resultantes de processos matemáticos gerados pelo computador.



Figura 05: *The Bubble*, serviu por dois anos (1999 e 2000) como pavilhão de exposições para a BMW na Alemanha. O projeto de Bernhard Franken simula as forças físicas de atração entre duas bolhas. O desenvolvimento da geometria topológica está diretamente ligado aos avanços da matemática, da computação e dos programas CAD (Computer-Aided Design). Com a introdução das curvas NURBS (Non Uniform Rational B-Splines), passou a ser possível manipular determinados pontos destas curvas, ajustando-se à forma global da curva.

Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.060/460>

²⁹ Idem, op. cit.. Disponível em:

<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/181/ti-aplicada-a-arquitetura-o-antes-e-o-depois--131091-1.asp>

O que torna o projeto interessante não é a utilização de algoritmos de maneira inovadora tampouco o emprego de alta tecnologia ou materiais caros. A grande conquista é a abordagem integral que relacionou diretamente o modo de produção e execução com a forma gerada digitalmente. Poder acrescentar o uso de materiais tão baratos quanto papelão para construir formas tão interessantes desmistifica a idéia geral de que tecnologias digitais requisitam necessariamente materiais caros ou procedimentos muito complicados.

(MENGES, 2007 apud NATIVIDADE, 2010, p. 241)

No Brasil a maioria dos escritórios usa computadores apenas como editores de desenho. Os softwares utilizados não interferem na criação. Alguns utilizam o 3D de *superfície* para fazer uma análise formal e espacial mais precisa que possibilita novas tomadas de decisão.

Por último temos arquitetos que incorporaram as técnicas digitais de forma que o desenho e o 3D definem uma nova arquitetura – uso pleno do computador no processo projetual, onde programas desenvolvem formas a partir de um conjunto de informações pré-definidas pelas condições de projeto do *interior* ao edifício.

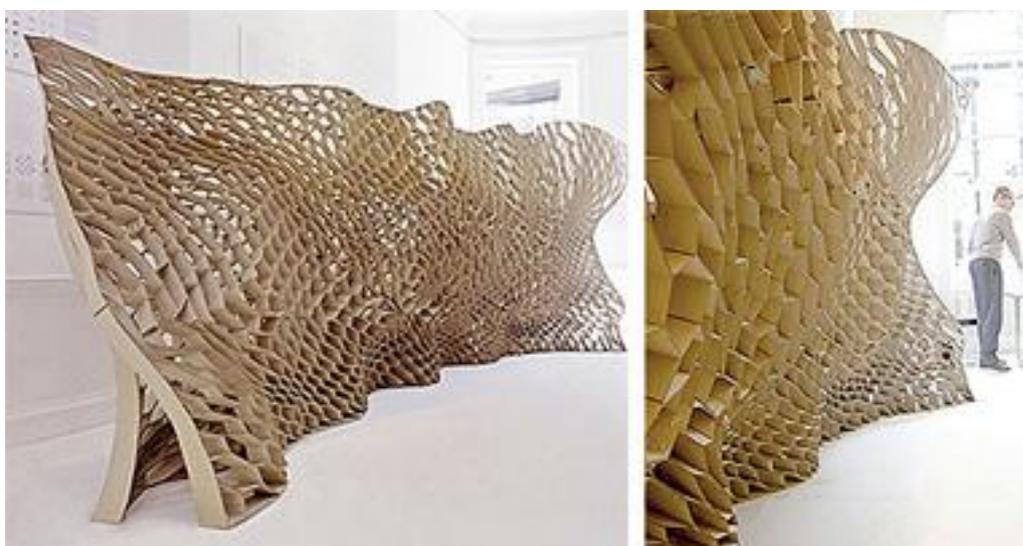


Figura 06: HoneyComb Morphologies, do arquiteto Andrew Kudless. Aplicação direta de estratégias de *scripting* e de fabricação CNC.

Fonte: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/181/artigo131091-1.asp>

2.2.

Fabricação: a Revolução Digital Industrial

A importância da fabricação no processo do design

“Customização em massa parece ser o novo paradigma da Era Pós Fordismo na economia do século XXI.”

(KOLAVERIC, 2003 apud REQUENA, 2007, p.83)

Os últimos desenvolvimentos no campo do projeto têm sido redefinidos pelo uso das tecnologias digitais. O design digital é formado por uma ampla gama de eventos e tecnologias que vão além do uso de software – isso inclui a proliferação e grande disponibilidade de tecnologias de fabricação.

A arquitetura de uma Era depende - além das técnicas de representação – das ferramentas de fabricação empregadas pelos construtores. Assim como foi observado por Mitchell³⁰, arquitetos desenham o que podem construir e constroem o que podem desenhar.

Aço e vidro, apesar de terem se desenvolvido tecnicamente no século XIX, se tornaram parte integral do idioma de arquitetura muito mais tarde, depois de muita relutância e debate teórico. O mesmo ocorre com o desenvolvimento das tecnologias digitais para a construção.

No início, a maioria dos arquitetos usava o computador apenas para desenhar, ferramentas que não impactavam na forma ou na construção de seus projetos. Ofereciam apenas uma otimização no desenvolvimento do desenho. Voltar-se para a complexidade foi um processo iniciado pelas teorias pós-modernas de Robert Venturi com contribuições do desconstrutivismo, o que acarretou na exploração das tecnologias digitais por pura necessidade prática.³¹

³⁰ NATIVIDADE, 2010, p. 50.

³¹ KOTTAS, Dimitris. *Contemporary Digital Architecture: design & techniques*. Barcelona: LINKS, 2010, p11.

Um dos primeiros edifícios na qual a tecnologia digital foi utilizada foi para a construção da Ópera de Sidney (1959-1973) do arquiteto dinamarquês Jorn Utzon. A complexa forma tipo concha do edifício não poderia ter sido calculada e construída por meios tradicionais.

Marco na história das tecnologias de construção digital o Peixe (*Fish*), foi uma escultura desenvolvida por Frank Gehry para o complexo da Vila Olímpica de Barcelona em 1992. Como era sua prática comum, o arquiteto desenvolveu o projeto com modelos em papel. O usual era que sua equipe do escritório tirasse medidas destes modelos para a elaboração de plantas convencionais e conseguinte desenvolvimento do projeto.

Mas naquele caso, a complexidade do design e o pouco tempo disponível para desenvolver e construir o projeto antes das Olimpíadas tornou este processo impossível. Foi quando seu time começou a investigar as possibilidades das tecnologias digitais e eventualmente encontrou o CATIA, um software utilizado pela indústria aeronáutica.



Figura 07: Fish (1992, Barcelona), do arquiteto Frank O. Gehry. Neste mesmo ano se inicia a iconográfica obra do Guggenheim de Bilbao que ao ser finalizada em 1997, se tornou prova de que era possível construir formas ainda mais exuberantes, livres dos formalismos preexistentes.

Fonte: http://www.pbs.org/wnet/americanmasters/database/gehry_pop/fish.html

Como se viu, engenheiros de construção de barcos e aviões já tinham desenvolvido um fluxo de trabalho completamente digital - que tornou pequeno ou completamente inutilizado o uso dos desenhos tradicionais.

O processo passa por modelagem 3D e ferramentas de fabricação digital (CNC - *Computer Numerical Control*) para protótipos.

Tornou-se possível projetar e construir um edifício usando o mesmo fluxo de trabalho digital incorporando formas com alto grau de complexidade. O primeiro passo é desenvolver o projeto como um modelo digital 3D ao invés de um conjunto de plantas e elevações.

O modelo 3D utilizado no processo digital não é o mesmo desenvolvido com o propósito de visualização, os *renders* realistas. O *rendering* é usualmente feito a partir de modelos de superfície.

No entanto é necessário que a geometria do design seja clara e não existam ambigüidades. Definir as dimensões e propriedades dos elementos de forma paramétrica é outro passo em direção a um fluxo de trabalho completamente digital.

A habilidade de criar variações paramétricas em um projeto permite sua otimização e realização de forma mais efetiva, onde relações entre parâmetros são definidas e uma hierarquia de dependências é criada:

Uma família de variações paramétricas, todas derivando de uma mesma forma característica, mas variando sutilmente em dimensão ou forma, de uma para outra, são instâncias de um mesmo design. A forma essencial e os elementos constituintes do projeto estão claramente definidos dentro de certos limites específicos. Mas as dimensões de formas dos elementos variam de forma a forma.³²

Um modelo 3D bem definido pode ser facilmente passado para a CNC para fabricação direta (*file to factory*). Uma máquina como essa vai requerer um pequeno controle e ela pode criar cópias do mesmo objeto ou diferentes instâncias do mesmo objeto com a mesma facilidade.

³² Idem, op. cit., p.12. (Tradução nossa)

A tecnologia CAD-CAM (*Computer Aided Manufacturing*) permite a usinagem mediante a leitura de informação vetorial (CAD) em maquinário CNC (*Computer Numeric Control*). Essas máquinas-ferramentas são programadas a partir da definição de diferentes ferramentas sobre um material.³³

Esta habilidade das máquinas CNC torna a produção em massa de partes idênticas desnecessária em termos econômicos. A customização em massa pode ser aplicada e a cada cópia do elemento pode haver uma mínima variação das outras.

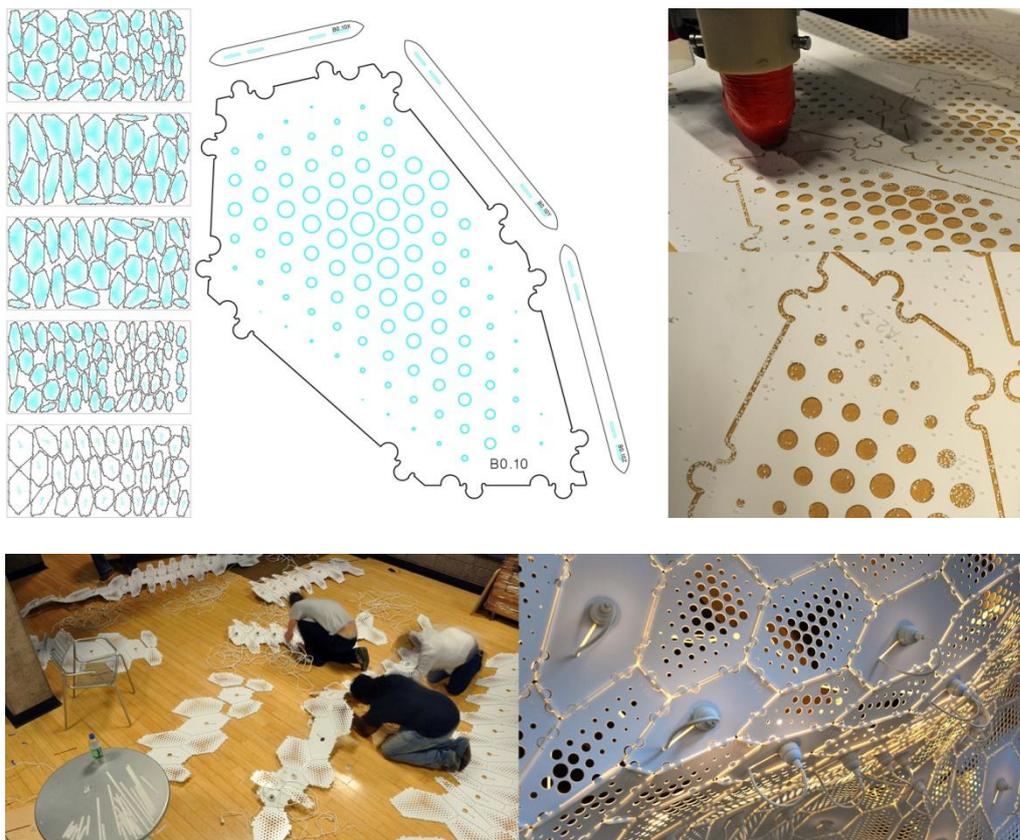


Figura 08: EXOTique foi um trabalho desenvolvido pelo PROJECTiONE, grupo de alunos recém graduados em arquitetura da *Ball State University*, nos Estados Unidos. Em apenas uma semana e com um orçamento de 500 dólares eles desenvolveram um forro a partir da montagem de componentes para o *interior* de um edifício da Universidade. Foi desenvolvida uma superfície triangulada associada a elementos hexagonais. O pé direito permitiu a variação de altura da superfície. Foi associada à superfície um sistema de iluminação. O projeto foi desenvolvido em apenas um dia e modelado em mais um dia nos softwares *Rhino* e *Grasshopper*. Fabricação, montagem e instalação forma realizados nos três dias restantes.

Fonte:

http://www.core77.com/blog/architecture/exotique_digital_fabrication_in_a_week_18871.asp

³³ ORCIUOLI, Affonso. *Ti aplicada à arquitetura: o antes e o depois*. Artigo publicado na revista AU, Ed.181, 2009. Disponível em: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/181/ti-aplicada-a-arquitetura-o-antes-e-o-depois--131091-1.asp>

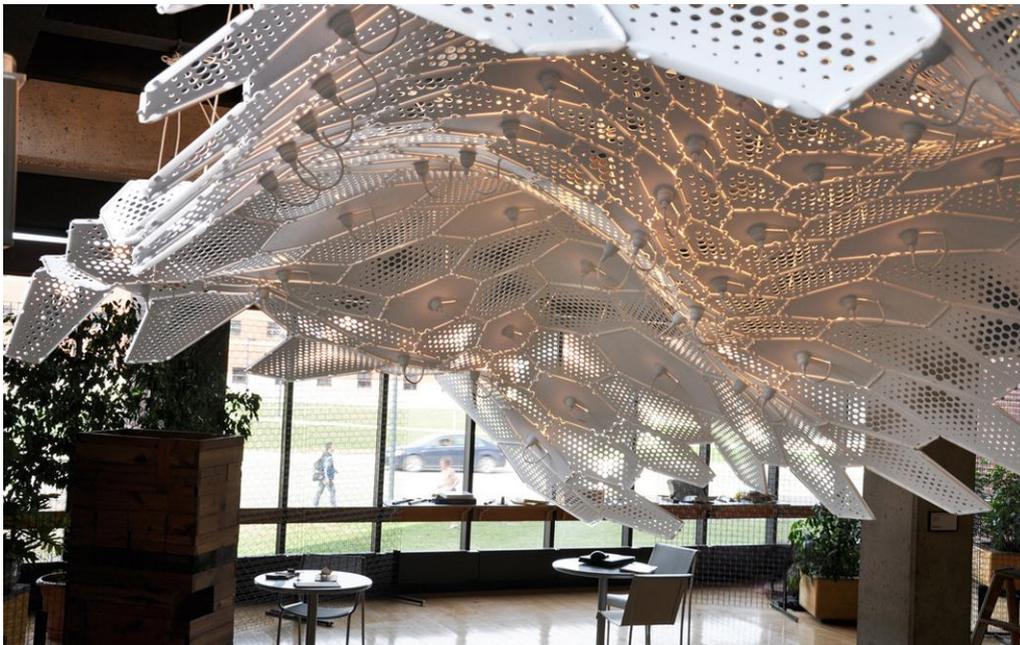


Figura 09: EXOtique. As peças da superfície são compostas de acrílico branco e poliestireno branco. Cada uma delas, de formato único, foi fabricada em máquina CNC no *Institute of Digital Fabrication*, o FAB LAB da Universidade. O projeto combina a compreensão do funcionamento dos materiais com a *inteligência* do design digital. Fonte: <http://vimeo.com/21380958>

Peças únicas, componentes de formas complexas podem ser fabricadas a um custo não exacerbado e cada vez mais baixo.³⁴

Este método é aplicável para protótipos de pequena escala ou fabricação de moldes onde a parte e o todo não são idênticos: as ferramentas de modelagem CAD ajudam a definir o todo, enquanto a máquina CNC fabrica as partes.

Entre as ferramentas CAD e CAM encontra-se o planejamento completo do processo, incluindo a quebra do todo em pedaços, a otimização de acordo com várias limitações, o detalhamento e o preparo para a fabricação que deve ser considerada desde o início do desenvolvimento projetual.

³⁴ REQUENA, Carlos Augusto Joly. *Habitar Híbrido: interatividade e experiência na era da cibercultura*. São Carlos: USP / EESC, 2007, p. 83.

Máquinas CNC existem em várias formas diferentes. Compreender suas funções e usos é primordial no processo de design. Podem ser agrupadas em três grandes categorias³⁵:

Corte (*cutting*):

Fabricação com CNC de elementos 2D (técnica mais comumente utilizada). Painéis planos podem ser cortados em qualquer forma, com qualquer complexidade com a variedade das tecnologias de corte: fresas, laser, água (*water jet*) e plasma (*plasma arc*) são as mais comuns. Cada técnica é mais apropriada para certos materiais e suas próprias limitações em termos de espessura do material e espessura da linha de corte.

Subtração (*subtractive fabrication*):

Envolve a retirada de partes do volume do material de forma a criar um objeto. A remoção pode ser química, elétrica e mais comumente feita por meios mecânicos. O grau de liberdade da fresa (número de eixos ao redor da qual pode girar) determina a complexidade das formas que a máquina pode criar.

Quatro ou cinco movimentos de eixos criam caminhos complicados de movimento para a ferramenta. A operação destas máquinas só pode ser feita por um profissional qualificado.

Adição (*additive fabrication*):

Este processo é conhecido por nomes diferentes (prototipagem rápida, impressora 3D, fabricação em camadas) que podem corresponder a diferenças de tecnologia sutis que trabalham basicamente com o mesmo princípio.

Neste caso o material é adicionado camada por camada a partir da base. A espessura de cada camada pode ser pequena como *0.1mm* o que permite muitos detalhes a serem reproduzidos.

³⁵ KOTTAS, 2010, p13. (tradução nossa)

Formas complexas com perfurações e cavidades podem facilmente ser criadas. Cada máquina opera utilizando um material específico e a única limitação nas formas que se pode criar é o tamanho global do objeto.

A classificação apropriada das partes no momento da fabricação pode ser crítica. Na criação de formas complexas, o design pode consistir em um número muito grande de elementos similares, mas não idênticos que precisam ser agrupados de forma específica.

Projeto e fabricação influenciam um ao outro do todo às partes e das partes ao todo, até que o fluxo de informações esteja harmonizado. A empresa Design to Production³⁶ determina quatro passos necessários entre o projeto e o *driver* da máquina:

Organizar a relação entre o todo e as partes (*organize*):

Para organizar de forma dinâmica o a separação do todo em partes, implementa-se modelos paramétricos customizáveis na base dos pacote CAD profissionais.

Organizando uma imensa quantidade de informações em um modelo paramétrico tridimensional, alguns milhares de planos podem ser gerados automaticamente para qualquer variante de design escolhida pelo arquiteto.

A consequência da descrição de milhares de partes diferentes através de alguns poucos parâmetros é uma nova forma de *padronização paramétrica*: a individualidade é expressa em variáveis.

³⁶ Design to Production “oferece suporte a arquitetos, planejadores, engenheiros e empreiteiros no planejamento eficiente e produção da arquitetura não-padrão (*non-standard architecture*). Implementa cadeias de processos digitais desde a concepção à produção baseada em modelos CAD paramétricos e oferece serviços de consultoria para planejamento paramétrico, detalhamento, otimização e fabricação digital”. (tradução nossa).
Fonte: <http://www.designtoproduction.ch/index.php>

Aperfeiçoar o todo e as inter-relações entre as partes (*optimize*):

A produção projetual identifica as relações entre as partes para desenvolver uma otimização avançada que combina as idéias de projeto com as melhores soluções funcionais de construção.

O uso de ferramentas inovadoras para combinar idéias com soluções construtivas se faz necessário.

Com ferramentas de otimização que exploram o poder dos métodos “de baixo para cima” (*bottom-up*) é possível encontrar boas soluções para sistemas complexos. Mantendo a forma irregular ao invés de voltar ao sistema euclidiano.

Simplificar as partes: racionalizando para realizar o projeto (*simplify*):

O design complexo consiste num enorme número de partes variáveis. Produzir estratégias detalhadas que refletem num profundo entendimento dos métodos e restrições dos materiais e processos de fabricação existentes. De fato, a maioria das condições para dividir o todo em partes é determinada pelo tamanho das máquinas, suas ferramentas e alcance de movimento.

Materializar a informação: dados para as partes (*materialize*):

Geometrias fora de padrão são constituídas de peças fora do padrão. Cada parte precisa ser editada para a máquina de fabricação digital CAM (reunindo características da matéria prima, selecionando as ferramentas, configurando o caminho da ferramenta e gerando um código para a máquina).

Automatizar o planejamento detalhado para o código da máquina é a etapa final para organizar as relações entre o todo e as partes, e acrescenta mais valor à cadeia de processamento.

Para projetos de grande escala (como por exemplo o Museu Guggenheim de Bilbao) a posição dos elementos no seu local exato pode ser feito mais efetivamente usando coordenadas GPS ao invés de técnicas tradicionais de medição.

Fica mais claro a cada revisão dos processos de fabricação digital, que a separação corrente entre arquitetos, engenheiros e construtores e a forma dominante de documentação através de desenhos não são ferramentas efetivas e podem acabar virando improdutivas ou problemáticas.

A habilidade de operar e analisar digitalmente a informação de design, e o seu uso direto para manufaturar e construir prédios fundamentalmente redefine as relações entre concepção e produção – ela provém um contínuo informacional do design à construção - novas sinergias em arquitetura, engenharia e construção começam a emergir por causa do uso de tecnologias digitais mesclando limites de várias profissões [...] ³⁷

As áreas de *design algorítmico*, *fabricação digital* e *interatividade* estão todas intimamente relacionadas e muitos projetos incorporam mais de uma técnica.

Os arquivos digitais são compartilhados desde o início do projeto com empresas executoras até a construção final em um fluxo de trabalho mútuo de troca e colaboração.

Enquanto tecnologias digitais evoluem e se interligam fica claro que não podemos esperar que a arquitetura se torne um corpo estável de técnicas e regras formais. O design digital é ainda provavelmente e continuará sendo um campo de contínua exploração e experimentação.

O foco desta monografia na pequena escala evidencia que a tecnologia de fabricação digital está disponível hoje para qualquer designer (ou mesmo estudante) e não está limitada a grandes lançamentos e grandes empresas de engenharia.

No Design de Interiores, os projetos freqüentemente são construídos pelos próprios profissionais. Máquinas de corte a laser, CNC estão mais acessíveis no Brasil em empresas fornecedoras de mdf e compensados e nos *fab labs*. A implementação de projetos com design e fabricação digital no ambiente residencial aos poucos se torna viável.

³⁷ KOTTAS, 2010, p13. (tradução nossa)



Figura 10: FAB LAB SP: *Fab Lab* é a abreviação de Fabrication Laboratory. São centros de pesquisa e produção que utilizam máquinas de última geração e tecnologias digitais para criar objetos, e fazer experimentos. Os laboratórios fornecem acesso fácil e democrático às ferramentas que realizam protótipos com rapidez e baixo custo.

A idéia para a criação dos laboratórios surgiu no MIT – EUA (Center for Bits and Atoms). Hoje os *Fab Labs* estão espalhados por 27 países do mundo. Oferecem programas educativos (como apoio a graduação, pós-graduação e cursos de especialização) e profissionais (workshops abertos a comunidade discente e docente) relacionados com fabricação digital. FAB LAB SP Está ligado à FAU USP – Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo, especificamente ao núcleo DigiFab. Fonte: <http://fablabsp.org/fablabsp/>

FAB LAB BRASIL: É um grupo de profissionais, docentes, arquitetos, designers e programadores provenientes de setores que trabalham com Design e Fabricação Digital. Colabora com projetos de pesquisa ou workshops, e se dispõe a projetar e instalar *FabLabs* (laboratórios de fabricação digital). FAB LAB BRASIL acredita que a união entre tecnologia, conhecimento e um design inteligente possam aportar benefícios à sociedade contemporânea. Fonte: <http://fablabbrasil.wordpress.com/>

3.

Ferramentas Digitais aliadas aos conceitos de Flexibilidade e Interatividade

Antigos conceitos, novas necessidades

A consciência da complexidade e da diversidade, da fragmentação e do caos, no mundo contemporâneo da cibernética e das tecnologias de informação impulsiona a experimentação de novos sistemas capazes de superar tanto a rigidez dos existentes, quanto a dispersão gerada pelas criações antissistêmicas. Pretende-se que tudo seja integrado em uma síntese de diagramas de energia, comunicação e transformação.

(MONTANER, 2009, p.190)

No século XXI, flexibilidade e mobilidade associam-se com a tecnologia, reutilizando teorias já lançadas como a planta livre e o isolamento dos ambientes de serviço, ou empregando o uso de móveis *container* (reconfiguráveis).

A evolução tecnológica dos aparelhos domésticos, o crescimento do número de *home offices*, a dificuldade de emancipação dos jovens e o aumento da longevidade da população foram temas estudados pelos autores Monteys e Fuertes³⁸ para demonstrar como a evolução tecnológica e as mudanças do comportamento humano podem influenciar na maneira de conceber a moradia.

Criar ambientes que possibilitem novas experiências ao morador-*usuário* tornou-se demanda: uma habitação que possa moldar-se às suas necessidades, que sejam reconfigurável, flexível e adaptável.

O mesmo espaço é ocupado de diferentes formas, por tipos diversos de usuários, cada um com seus hábitos.

³⁸ FINKELSTEIN, Cristiane Wainberg. *Flexibilidade na Arquitetura Residencial: um estudo sobre o conceito e sua aplicação*. Porto Alegre: UFRGS/ FAU, 2009, p. 14.

Ambientes flexíveis já eram encontrados na arquitetura tradicional japonesa, com o uso de painéis móveis que integram ou isolam espaços e mesmo tendo havido muitas incursões no sentido de tornar a arquitetura mais flexível os edifícios residenciais, o tipo de construção mais freqüente nas cidades são também os mais conservadores.

Segundo Gili Galfetti (1997)³⁹, apartamentos são bens de consumo, sujeitos às leis de mercado. A inexistência de um cliente final no momento do projeto reforça a idéia de *homem padrão* – que não está de acordo com a realidade urbana atual.

Para autores como Javier Mozas e Zaida Muxi⁴⁰ a neutralidade nos espaços de moradia, é forma de garantir flexibilidade e adaptabilidade de usos, deixando a setorização ser definida de acordo com as necessidades do morador, com ajuda do mobiliário que pode permitir variadas distribuições.

O século XX tem variados exemplos de projetos em que a flexibilidade e a interatividade foram abordadas, de forma que esta idéia não é original dos tempos atuais.

Da Residência Schröder (1924), de Gerrit Rietveld, à exposição de objetos que interagem com o ser humano, *Talk to me*⁴¹, montada pelo MoMa NY (Museum of Modern Art) entre julho e novembro de 2011, o observador como interagente leva a criação de obras inacabadas, contínuas e colaborativas conceitos reforçados pela cultura do *usuário* e *interagente* no meio virtual, do ciberespaço para o espaço físico.

³⁹ Idem, op. cit., p.16.

⁴⁰ Idem, op. cit., p.17.

⁴¹ *Talk to Me*. Fonte: <http://www.moma.org/interactives/exhibitions/2011/talktome/>



Figura 11: Talk to me: a intenção da exposição era explorar a comunicação das pessoas com os objetos através do design. “Ativamente ou sutilmente *as coisas* falam conosco. Tangível e intangível e em todas as escalas. [...] A cultura do século 21 está centrada nas interações – *eu me comunico, logo existo*. Objetos e sistemas passam a ter *personalidade* além da elegância formal e solidez funcional uma vez requerida. [...] Talk to me explora o terreno com projetos que aumentam as capacidades interativas e traduzem um novo equilíbrio entre a tecnologia e as pessoas, trazendo inovações para uma escala mais confortável e compreensível.”

Fonte: <http://www.moma.org/interactives/exhibitions/2011/talktome/> (tradução nossa)

O pensamento diagramático, possibilitado pela cibernética, a interação digital, o excesso de informações e outros fenômenos contemporâneos serão, no futuro imediato, um tema central na teoria e no projeto.

(MONTANER, 2009 p.197)

3.1.

Panorama da Flexibilidade – Séculos XX e XXI

A busca por soluções flexíveis

Permitir as pessoas que usem seus lares de sua própria maneira e adaptar seu ambiente à sua própria vontade, não só permite transformar um edifício de um espaço anônimo para um espaço específico, mas também provê de flexibilidade para mudar com as circunstâncias futuras.

(KRONENBURG apud FINKELSTEIN, 2009, p.64)

A cidade tradicional com residências unifamiliares foi substituída por um tecido urbano que condensa edifícios de habitação coletiva a partir da segunda metade do século XX. Na cidade da era industrial o adensamento populacional transforma o negócio imobiliário em atividade econômica.

A evolução do conhecimento técnico e utilização de materiais já conhecidos (como o concreto, agora provido de armadura), permitiram o vencimento de grandes vãos, fator que contribuiu no desenvolvimento de projetos flexíveis. Cristiane Finkelstein demonstra em sua pesquisa⁴² a busca dos profissionais por uma arquitetura residencial não estandardizada, que atenda às características específicas dos moradores.

Gerrit Rietveld (1888-1964) demonstra com a casa Schroeder (1924) uma planta aberta, transformável, flexível, liberada de paredes estruturais e das restrições impostas pelas aberturas. Os ambientes são divididos por painéis de correr e camas e tampos de mesa são escamoteáveis. Esta obra é símbolo da arquitetura projetada visando à flexibilidade. Um espaço único e sem hierarquias, com forma e funcionamento inovadores revelam o impulso de uma nova maneira de viver.

Le Corbusier (1887-1965) demonstrou desde o início de sua carreira, grande preocupação com a arquitetura flexível. A Villa Le Lac (1924/25) pequena casa de veraneio construída para seus pais, foi dotada de elementos flexíveis, como divisórias móveis, dobráveis e de correr para criar zonas de uso temporário para hóspedes e uma mesa de jantar extensível para acomodar convidados.

A Unité d' Habitation (1952) apresenta 23 conformações diferentes para os 337 apartamentos para atender aos mais variados tipos de formações familiares (de solteiros a casais com oito filhos). Sua cozinha integrada à sala “tipo americana” é uma inovação e os quartos podem ser integrados ou isolados através de portas de correr.

⁴²FINKELSTEIN, Cristiane Wainberg. *Flexibilidade na Arquitetura Residencial*: um estudo sobre o conceito e sua aplicação. Porto Alegre: UFRGS/ FAU, 2009, capítulo 02: Flexibilidade na arquitetura moderna: antecedentes e formação, p. 25 – 59.

Em 1927, Mies van der Rohe (1886 – 1969) escreve:

“... a crescente complexidade de nossas exigências requer flexibilidade... a construção em esqueleto permite a criação de *interiores* com liberdade... banhos e cozinha como núcleo fixo, restante dividido com paredes móveis.”

(FRAMPTON, 2003 apud FINKELSTEIN, 2009, p. 39)

Demonstrando que a função deve ser flexível, enquanto a forma deve ser neutra suficiente para possibilitar que isso possa ocorrer Mies estava convencido que a flexibilidade era um princípio moderno.

Frank Lloyd Wright (1869-1959) descreve em 1930, os pontos principais de seus projetos para as casas da pradaria, as *Prairie Houses*: espaços inter-relacionados livremente, redução de paredes divisórias, dando unidade ao ambiente, harmonia com o exterior, fluidez e mobiliários produzidos industrialmente.

Para os espaços internos o arquiteto Louis Kahn (1901 - 1974) inventou uma das divisões chave da sua arquitetura ao mesmo tempo clássica e moderna: o discernimento entre espaços servidores e espaços servidos.

Montaner⁴³ explica que Kahn conciliou a planta livre de Mies van der Rohe e a hierarquia e axialidade clássicas, e em sua busca por uma nova monumentalidade, obteve uma relação mais próxima entre estrutura construtiva e espaço habitável.

Após a Segunda Guerra Mundial, outras tomadas de posição no pensamento arquitetônico se articularam e nos anos 60 alguns arquitetos buscam uma mudança de posição àquela herdada pelo modernismo.

A divergência de opiniões criou um ambiente propício para que as idéias de propostas flexíveis se renovassem tanto em teoria quanto na prática de projeto.

⁴³ MONTANER, Josep Maria. *Sistemas arquitetônicos contemporâneos*. 2009: Barcelona, Gustavo Gili, p.120.

Entusiastas dos novos meios de comunicação, robótica, e a tecnologia desenvolvida após a segunda guerra, o grupo Archigram (1961-1974) defendeu propostas que rompiam com padrões pré-estabelecidos.

Os ingleses compartilhavam a crença de que era necessária uma transformação total da disciplina arquitetônica e a trouxeram para a esfera dos bens de consumo através de uma abordagem infra-estrutural, leve e de alta tecnologia.

Substituição, metamorfose e mobilidade foram temas abordados assim como elementos arquitetônicos intercambiáveis, que se interconectavam em elementos fixos do tipo espacial.

A arquitetura já não era entendida com características fixas e determinadas, mas com fluidez e absorvendo o processo contínuo de desenvolvimento tecnológico a serviço do bem estar do homem.



Figura 12: A Cidade Instantânea (*Instant City*) - A maior parte das propostas do Archigram combinavam hiper-tecnologia com nomadismo. Algumas edificações eram leves, flexíveis, instantâneas e efêmeras, que poderiam ser montadas e desmontadas em vários lugares.

Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.048/585>

O Archigram mescla utopia e o pragmatismo dos *metabolistas japoneses*⁴⁴: pretendia criar cidades flexíveis que se desenvolvessem segundo um processo genético e vivo. O Centre Georges Pompidou (Renzo Piano e Richard Rogers, 1977) inspirou-se em precedentes não realizados de algumas fantasias do Archigram.

Plantas livres, forte apelo tecnológico, e a intenção de facilitar qualquer tipo de transformação em seu *interior*. Conceitos alinhados com as demandas contemporâneas.

Em suas Casas Cápsula (Plug-in City, 1964) o usuário monta sua moradia segundo sua necessidade, auxiliado por um profissional, sendo que eram possíveis modificações ao longo do tempo – projeto altamente flexível e mutável.

Para a pesquisadora Claudia Cabral⁴⁵ suas propostas representam a utopia da flexibilidade e da não especialização, da liberdade contra os modos de vida solidificados pela arquitetura.

Para o grupo holandês SAR (*Foundation for Architects Research* 1965-1975), através da busca da adaptabilidade às condições de construção e de uso em permanente mudança os usuários poderiam imprimir uma identidade particular às suas habitações. Com a idéia de adaptação a uma realidade dinâmica desenvolveram estruturas com suporte (*support*) permanente e recheio (*infill*) adaptável, flexível.

O grupo defende o princípio de que cabe ao arquiteto decidir sobre questões como a estrutura, e outras de nível técnico propiciando ao usuário um conjunto de espaços com possibilidades de mudanças e não de espaços vazios.

⁴⁴ Movimento de arquitetura formalizado no Japão a partir de 1960.

Fonte: <http://bravonline.abril.com.br/materia/jogo-de-encaixe#image=172-arq-jap-1>

⁴⁵ FINKELSTEIN, Cristiane Wainberg. *Flexibilidade na Arquitetura Residencial: um estudo sobre o conceito e sua aplicação*. Porto Alegre: UFRGS/ FAU, 2009, p. 53.

Entende que os usuários têm necessidade de mudar suas casas devido a fatores de *identificação pessoal*. Observa também a mudança da configuração familiar ao longo dos anos (casal sem filhos, casal com filhos e casal sem filhos novamente, quando estes saem de casa). Sua sensibilidade não renuncia aos avanços da tecnologia e considera vital a adaptação e versatilidade para superar aspectos homogeneizadores e desumanizadores.

Aldo Rossi (1937-1997) fez uma crítica ao que chamou *racionalismo ingênuo* demonstrando que não existe uma relação unívoca e linear entre formas e funções. Sua teoria reverte à máxima de Louis Sullivan (1856-1924) *a forma segue a função*. Para ele a função segue a forma. No projeto para o concurso do bairro San Rocco em Monza (1966) propõe na planta da moradia uma solução neutra composta por um espaço central multifuncional o que para Montaner⁴⁶ lembra as indeterminações do espaço residencial pré - industrial.

Herman Hertzberger (1932) defende o uso de malhas geométricas, a busca da flexibilidade e a definição de espaços neutros que facilitem a apropriação pelo usuário. Para o holandês o funcionalismo mostrou deficiência em suas soluções específicas, as tornando rapidamente obsoletas.

Flexibilidade significa a negação absoluta de um ponto de vista fixo, definido. O plano flexível tem seu ponto de partida na certeza de que a solução correta não existe, já que o problema que requer solução está num estado permanente de fluxo, é sempre temporário. A flexibilidade é inerente à relatividade, mas, na verdade, está ligada apenas à incerteza, à falta de coragem de nos comprometermos e, portanto a recusa da responsabilidade inevitavelmente ligada a cada ação que empreendemos.

(HERTZBERGER,1999, p.146)

Hertzberger defende que a forma deve partir da mudança como fator permanente. Uma forma que preste a diversos usos sem que necessite alteração. Acredita que as funções domésticas devem ser exercidas em espaços que possibilitem ao morador o uso mais livre, que favoreça a sua ocupação, e não limite o uso dos ambientes a funções pré-determinadas.

⁴⁶ Idem, op. cit., p.51.

Galfetti⁴⁷ observa que para preencher a lacuna existente entre o arquiteto e o cliente final, onde a oferta de apartamentos é baseada na família *standard* é preciso desenvolver projetos flexíveis, que permitam mobilidade e associados à tecnologia.

O arquiteto japonês Shigeru Ban (1957) desenvolve desde 1991, projetos de residências flexíveis usando recursos como planta aberta, cobertura apoiada em mobiliário estrutural (paredes e armários nas laterais) e divisória piso-teto de correr, que permitem a reconfiguração do espaço de acordo com o uso.

Em seu projeto Naked House (2000) apresenta em um dos lados do espaço retangular os ambientes de serviço agrupados e do outro uma parede contínua e translúcida.

No *interior*, o mobiliário é dotado de rodas, e o ambiente doméstico pode ser reconfigurado, permitindo que a casa seja utilizada para diferentes usos e diferentes grupos simultaneamente.

⁴⁷ Idem, op. cit., p.16.



Figura 13: O interior da *Naked House* abriga *ambientes sobre rodas*, que se deslocam de acordo com as necessidades dos moradores. Nesta casa *container* as instalações se concentram de um lado sendo a fachada oposta envidraçada.

Fonte: http://www.designboom.com/history/ban_naked.html

Para Kronenburg (1954) criar um ambiente ou objeto não estático trazendo vida ao que normalmente é inanimado, é uma forma de criar uma arquitetura mais democrática onde o usuário tem participação efetiva.⁴⁸

As teorias de Robert Venturi (1925) e Denise Scott Brown (1931) sobre a opção por um projeto que se baseia no estudo das atividades e das percepções das pessoas são uma reivindicação pós-moderna pela complexidade.⁴⁹

⁴⁸ Idem, op. cit., p.63.

“A fragmentação é a forma mais genuína da condição dispersa da pós-modernidade, e quando se toma essa condição híbrida como ponto de partida, quando se resiste à tentação da unidade, potencializa-se a complexidade.”

(MONTANER, 2009 p.148)

Entre os métodos e critérios facilitadores da flexibilidade, pode-se mencionar a modulação, paredes divisórias internas leves e mobiliários transformáveis e móveis. Em um edifício, a arquitetura neutra, a concentração em núcleos ou faixas de atividades que reúnem instalações de infra-estrutura, são passos fundamentais para a criação de um ambiente flexível.

Finkelstein observa que no Brasil este conceito ainda é pouco aplicado, aparecendo em casos específicos. Incorporadoras e construtoras tendem a evitar inovações e buscar soluções que possibilitem a aplicação do conceito em larga escala.⁵⁰ Quando a flexibilidade é oferecida pelo mercado constitui apenas um dos tipos identificados em sua pesquisa, o que classificou de *flexibilidade inicial* ou *flexibilidade da forma intrínseca*.



⁴⁹ MONTANER, Josep Maria. *Sistemas arquitetônicos contemporâneos*. 2009: Barcelona, Gustavo Gili, p.112.

⁵⁰ FINKELSTEIN, Cristiane Wainberg. *Flexibilidade na Arquitetura Residencial: um estudo sobre o conceito e sua aplicação*. Porto Alegre: UFRGS/ FAU, 2009, p. 87.



Figura 14: Quatro opções de planta para o apartamento de 70 metros quadrados em São Paulo: um quarto com um banheiro, um quarto com dois banheiros, dois quartos com dois banheiros e três quartos com um banheiro. Fonte: <http://www.maxhaus.com.br/>

A consciência da fragmentação, diversidade e complexidade apontam para a criação de sistemas complexos multifuncionais. Os conceitos de *flexibilidade* aliados às *tecnologias de design e fabricação digital* devem contribuir para a criação de espaços que atendam as atividades do morador-*usuário*, adaptando a estrutura oferecida inicialmente a esta nova condição.

3.2.

Flexibilidade e Interatividade aliadas aos Processos Digitais

Filosofia, conceito e necessidade: o pensamento projetual para o morador-*usuário*

[...] deixar de conceber a arquitetura como a criação de objetos únicos e singulares, edifícios autônomos e isolados, de produtos definitivos e acabados, grandes máquinas para o consumo, passando a entendê-la e praticá-la como estratégia e processo; como sistema de relações; como processo no qual o tempo e o usuário intervêm; como forma cuja matéria essencial é a energia; como ambiente para os sentidos e a percepção; como obra que atua em simbiose com a natureza.

(MONTANER, 2009, p.212)

O arquiteto Augusto Requena observa que novos suportes de mídia como laptops, celulares e games portáteis viabilizaram uma importante mudança no contexto da Era Digital: o homem passou da condição de expectador para a condição de usuário.

Com mais autonomia, além de consumir agora pode produzir conteúdo: algo inimaginável durante boa parte do século XX, hoje qualquer um com poucas ferramentas pode se tornar criador, editor, compositor, montador e difusor.⁵¹ Esta é a cultura do *usuário interagente*.

Enquanto objetos analógicos reagem de forma passiva, os objetos digitais sugerem interatividade - determinada quando o usuário pode alterar o comportamento destes objetos. O desejo de tocar, transformar, sentir e adaptar o espaço ao seu redor assume outra dimensão.

O espaço doméstico abriga várias interfaces que incitam a interatividade: trabalho, comunicação e entretenimento.

O sujeito não está mais situado num espaço e num tempo estável e fixo, a partir do qual calcula racionalmente seus pensamentos, mas sim multiplicado, dispersado e constantemente se re-identificando.

(REQUENA, 2007, p.132)

O designer deve produzir sistemas abertos, que não mais antecipam as atividades possíveis nos espaços que desenha. Ambientes mutáveis e colaborativos onde paredes e mobiliários se deslocam para se adaptar aos usos determinados a cada momento pelo morador.

Além de interagente, o *usuário* e em alguns casos pode se tornar possível colaborador: fazendo novas associações e estabelecendo novos rumos, pode apresentar diferentes soluções para o uso e ocupação do espaço.

⁵¹ REQUENA, Carlos Augusto Joly. *Habitar Híbrido: interatividade e experiência na era da cibercultura*. São Carlos: USP / EESC, 2007, p. 39.

De acordo com Gabriela Carneiro a interatividade busca adicionar instâncias poéticas e narrativas na relação entre pessoas e mobiliário. E continua afirmando que algumas investigações sobre mobiliário interativo apresentam-se como uma oportunidade interessante de ir além da interação com a tela e apontam possibilidades de utilização dos aparatos cotidianos para explorar interativamente diferentes sentimentos, emoções e experiências.⁵²

O espaço deve permitir o livre deslocamento entre mobiliários, divisórias e equipamentos. A materialidade futura é moldável e flexível e possui princípios de inteligência artificial.

A não padronização é o *novo padrão*. Apenas banheiros, cozinha, escada e quadro de luz são componentes fixos dentro da possibilidade de customização do *interior doméstico*.

“As unidades clássicas de espaço e experiência arquitetônica se despedaçaram e os arquitetos devem projetar para esta nova condição.”

(MITCHEL, 1995, p.125 apud REQUENA, 2007, p.129)

No contexto teórico⁵³, a exploração de lógicas que se aproximam dos fenômenos do caos⁵⁴ e dos processos de mutação permite ver, interpretar e projetar dentro da complexidade do mundo contemporâneo através de uma série de novos paradigmas do pensamento pós-estruturalista e da nova ciência, como os fractais, as dobras e os rizomas.

⁵² CARNEIRO, Gabriela. *Mobiliário Interativo: tecnologias digitais como prática do design*. Resumo publicado nos Anais do P&D *Design 2008: 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. Disponível em: http://www.nomads.usp.br/pesquisas/design/objetos_interativos/arquivos/publicacoes/46929_final_pdf.pdf. Acesso em março/ 2012.

⁵³ MONTANER, Josep Maria. *Sistemas arquitetônicos contemporâneos*. 2009: Barcelona, Gustavo Gili, capítulo 8: *As formas do caos: fractais, dobras e rizomas*, p. 172 - 189.

⁵⁴ Ver: O documentário BBC lançado em 2010 *A vida secreta do caos* trata de maneira palpável a teoria do caos e sua relação com o mundo natural, além de relacionar matemática à forma. Alguns dos temas abordados são os trabalhos de Alan Turing em morfogênese, que deu origem a estudos sobre *inteligência computacional*, a evolução darwiniana aplicada em meios digitais através da seleção natural e implicações físicas da teoria do caos e do efeito borboleta. Fonte: <http://www.projetoblog.com.br/2011/a-vida-secreta-do-caos/>

Segundo o arquiteto, professor e pesquisador catalão Josep Maria Montaner (1954), a reivindicação da dobra em relação à estética barroca do filósofo Gilles Deleuze (1925 – 1995) e a filosofia dos rizomas, pelo mesmo autor são algumas das referências formais que inspiram e expressam o caos.

Deleuze defende em seu texto *A Dobra*, a recuperação da concepção de uma matéria contínua e expansiva e propõe as infinitas geometrias da dobra - adiante da frieza cartesiana, que confundiu a distinção entre as partes com a possibilidade de uma real capacidade de separação, as teorias do filósofo Leibniz (1646 – 1716) e as formas do barroco conseguiram aproximar-se da ubiqüidade do vivo, da sintonia entre a máquina e o organismo.

“Gilles Deleuze e Félix Guattari propuseram outro conceito-chave para pensar um mundo contemporâneo que se tornou caótico: o rizoma, que também tem vertente formal. O conceito de rizoma opõe-se a todas as interpretações estruturadas, quer sejam elas duais, quer sejam em forma de árvore, e defende um sistema de pensamento aberto.”⁵⁵

Os filósofos expõem uma visão que aceita o caos da realidade e aspira novas interpretações sem estrutura hierárquica nem ordem. Este sistema de pensamento aberto tem características como a conexão, e heterogeneidade e a multiplicidade.

Em uma época de incertezas, a arquitetura de diagramas dá ênfase ao *processo* de elaboração do projeto, mais do que no objeto final. Ben van Berkel (1957) e Caroline Bos (1959), arquitetos do holandês do UN Studio, anteciparam a idéia de formas líquidas, dos limites difusos, dos objetos mutantes, da hibridação.

Na Casa Möbius (1993 – 1998) parte-se de uma análise por diagramas e por mapas de atividades segundo as horas do dia, resultando em formas dinâmicas e contínuas.

⁵⁵ Idem, op. cit., p.181.



Figura 15: Casa Möbius, do holandês UN Studio. O partido é um *sistema de conexões* baseado em percursos fundamentados na Fita de Möebius, possibilitando ao mesmo tempo espaços de convivência e privacidade. Sua espacialidade consiste de dois braços articulados por uma torção, com um deles se sobrepondo ao outro. Desse movimento de torção, decorre uma área de contato de ambos os braços que define uma área comum, em que o casal desenvolve atividades conjuntas (cozinha, dormitórios). O desenvolvimento singular de cada um dos braços cria espaços de permanência privativa, tais como salas de estar e escritórios, nos quais cada um dos moradores poderá permanecer sem encontrar necessariamente o outro.

Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.137/4091>

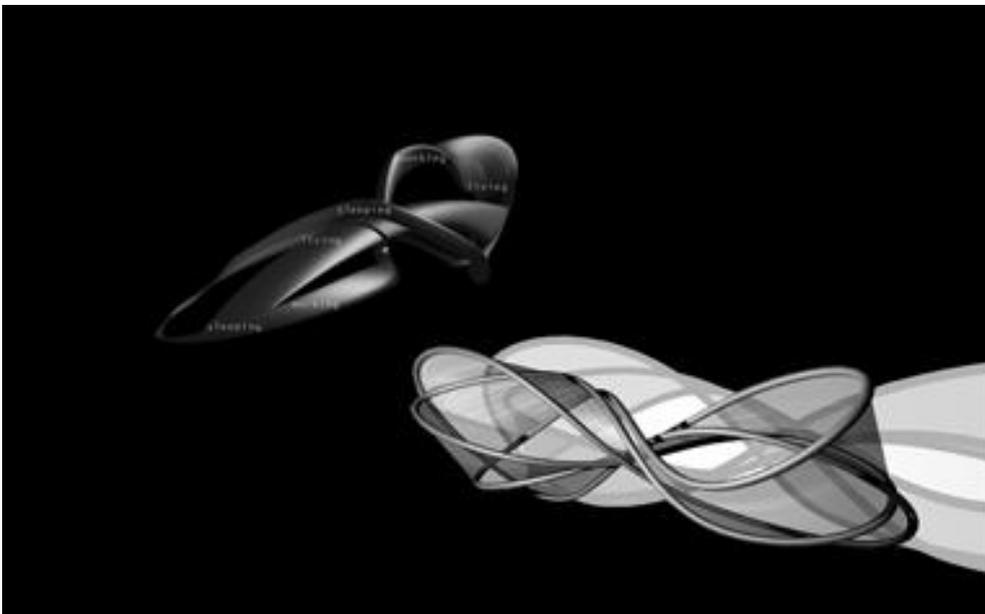


Figura 16: O loop se relaciona ao ciclo da família *sleeping – working – living* durante 24 horas.

Fonte: <http://www.unstudio.com/projects/mobius-house>

Neil Denari (1957) experimenta desde a década de 80 novas formas de uma arquitetura dinâmica, ecológica e desmontável, projetada utilizando as possibilidades do computador. Para o arquiteto a experimentação constitui a essência da arquitetura e o objetivo é que cada projeto responda às mutações da vida, às condições flutuantes do meio.

O professor da Universidade do Texas Nikos A. Salingraris enfatiza o conceito de projeto adaptável (*adaptive design*) onde um algoritmo recebe informações sobre as características do local e instancia uma forma em resposta a esses dados específicos, solução para enfrentar a complexidade dos problemas de arquitetura.⁵⁶

A arquiteta japonesa Kazuyo Sejima (1956) considera, paradoxalmente, que em tempos de incerteza, uma arquitetura definida e precisa em sua estrutura funcional diagramática terá mais capacidade de se adaptar e se transformar.⁵⁷

O uso de ferramentas de design e fabricação digital viabilizam novas formas de implementação dos conceitos de flexibilidade e interatividade. O *interior* da arquitetura virtual não é dado somente pela constituição de paredes e tetos, mas por configurações do espaço vinculadas às posições tomadas no tempo pelos usuários.⁵⁸

Superfícies fluidas e contínuas (continuidade piso-parede-teto) criam sensações que diferenciam o ambiente da tradicional ortogonalidade, além de integrar arquitetura e mobiliário.

⁵⁶ CELANI, Gabriela. *Algorithmic Sustainable Design: uma visão crítica do projeto generativo*. Resenhas Online, São Paulo, 10.116, Vitruvius, Aug. 2011. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/10.116/3995>.

⁵⁷ MONTANER, Josep Maria. *Sistemas arquitetônicos contemporâneos*. 2009: Barcelona, Gustavo Gili, capítulo 8: As formas do caos: fractais, dobras e rizomas, p. 198.

⁵⁸ WEIBEL apud NATIVIDADE, 2010, p.294.

No projeto aberto e colaborativo, o designer define o espectro de possíveis modificações no projeto com o auxílio da nova relação computador – possibilidade formal. O cliente determina a forma final de acordo com as suas necessidades e expectativas reforçando a idéia do usuário como *co-designer*.

Ferramentas de fabricação digital permitem a customização a baixo custo viabilizando a produção de mobiliários desmontáveis, com sistemas recombinantes e módulos, elementos que dão suporte a várias atividades de acordo com as necessidades específicas do morador-*usuário*. Relacionar espaços e atividades, função sem forma, matéria e movimento são ações que contribuem no ajuste do projeto aos hábitos dos moradores.

4.

Exemplos e aplicações: Design Digital e Flexibilidade

Natividade explica que a concepção em meio digital é desenvolvida em diversas mídias. Não existe no mercado uma única ferramenta que supra todas as necessidades dos arquitetos/ designers e seus projetos.⁵⁹ A variedade de técnicas e processos possíveis de design e fabricação digital levam a resultados diversos.

A proliferação de soluções que incluem flexibilidade de mobiliário e *interiores* residenciais nos últimos anos confirma a demanda por projetos que se adéquem à mobilidade do morador-*usuário*, e às novas atividades realizadas no ambiente doméstico, como o trabalho. Nos exemplos selecionados ambos conceitos foram explorados, juntos e separadamente.

⁵⁹ NATIVIDADE, Verônica Gomes. *Fraturas metodológicas nas arquiteturas digitais*. São Paulo: USP/FAU, 2010, p. 256.

4.1.

Design Digital - Exemplos e aplicações: mundo

Projeto: East 25th Street Loft Nova York NY

Ano: 2007

Autoria: Atema Architecture (EUA)

Consultoria (ferramentas digitais): Associated Fabrication (EUA)

No projeto deste *loft* em Nova York, o escritório propôs duas soluções que recorreram a ferramentas digitais em momentos distintos: no mezanino que se torna o parapeito de proteção para a área do quarto do jovem casal e a estante com superfícies curvas e nichos abertos e fechados.



Figura 17: Loft para um jovem casal em Nova York. Mezanino e estante são elementos marcantes no projeto, altamente personalizado. Fonte: <http://www.atemany.com/>

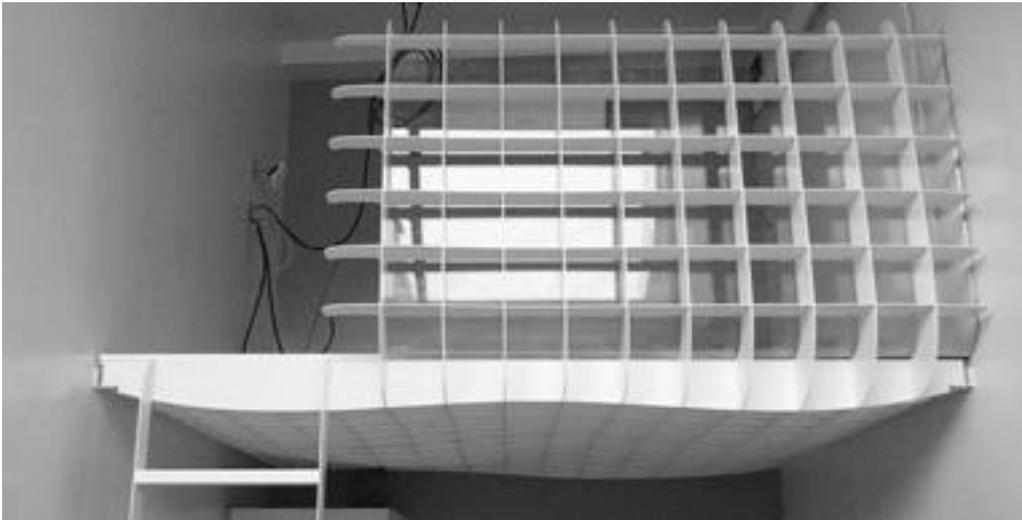


Figura 18: O mezanino *nuvem* foi fabricado em aço cortado a laser. O piso é de vidro translúcido. Fonte: <http://www.associatedfabrication.com>



Figura 19: Estante em MDF cortada em máquina CNC vai de piso a teto. A fabricação digital permite a produção de formas complexas. Fonte: <http://www.associatedfabrication.com>

Projeto: Ambient Divider LFT Param
Ano: 2010
Autoria: gt2p (Chile)

Esta divisória de ambientes foi criada pelo estúdio chileno gt2p, totalmente customizado para o apartamento dos clientes. Os arquitetos mantêm um contínuo processo de pesquisa e experimentação das ferramentas de design e fabricação digital. LFT Param combina 75 costelas horizontais de madeira compensada, estruturadas por quatro reforços metálicos verticais. Suas curvas partem de equações de onda e interferências.



Figura 20: O conjunto de nervuras pode ser montado a partir de um plano de fabricação digital.
Fonte: <http://www.gt2p.com/en/>

Projeto: Chick'n'Egg Chair

Ano: 2010

Autoria: Responsive Design Studio (Suíça)

Chick'n'Egg Chair é uma cadeira leve feita totalmente com papelão corrugado. Apesar de ter sido projetada inicialmente para crianças o *setup* dinâmico permite que a peça seja reescalonada para qualquer tamanho que se queira. Solução de grelha (*grid*), espessura e resistência podem ser customizadas.



Figura 21: A forma baseada no *grid* de um *waffle* foi modelada digitalmente em *Mcneel Rhino* e processada parametricamente no *Grasshopper*. Inicialmente o sólido é escaneado e uma malha retangular básica é projetada em sua superfície. O primeiro conjunto de linhas *fatia* a forma verticalmente. O segundo conjunto de linhas permanece perpendicular à curva central e provem estabilidade e conforto à peça final. O *grid* é extrudado para definir a espessura desejável do material e intercessões e conexões são ajustadas. As formas resultantes são reunidas em uma superfície plana e podem ser fabricadas em uma máquina CNC. Este método é flexível e pode ser usado para qualquer superfície contínua, com ajuste automático.

Fonte: <http://responsivedesign.de/>

Projeto: SHERMAN BIBLIOTHECA
Ano: 2009
Autoria: Atelier LAVA (Sydney)

A estante desenvolvida para a Fundação de Arte Contemporânea Sherman, tem forma de favo de mel e sua função é abrigar os catálogos das exposições realizadas na instituição.

Projeto e fabricação são digitais. O material é acrílico que fica translúcido quando a instalação interna em LED é acionada. A forma é baseada no diagrama matemático de *Voronoi*. A proposta é de que a estante cresça e aumente a quantidade de células de acordo com as exposições realizadas criando uma experiência de *efemeridade e variação da forma*.



Figura 22: Formas inspiradas na natureza e técnicas digitais foram os recursos utilizados no projeto da estante pelo escritório LAVA.

Fonte: <http://www.l-a-v-a.net/projects/sherman-bibliotheca/>

4.2.

Design Digital - Exemplos e aplicações: contexto brasileiro

Projeto: Pantosh

Ano: 2008

Autoria: Latoog (Rio de Janeiro)

O desenho da cadeira Pantosh é uma fusão da cadeira Panton (do arquiteto dinamarquês Verner Panton) com a poltrona Willow (do arquiteto escocês Charles Rennie Mackintosh). Faz parte da série *Vira Lata* em que os designers cariocas criam novos objetos a partir do *cruzamento* de dois outros existentes.

A cadeira foi projetada diretamente em 3D no software Rhinoceros onde foi gerado um plano de corte das peças que foi passado diretamente para uma máquina de corte *router* computadorizada (CNC).



Figura 23: Cadeira Pantosh: *híbrido* de dois modelos de épocas distintas, criada em ambiente digital. Fonte: <http://www.lattoog.com/home/>



Figura 24: Uma vez desenvolvido o projeto a fabricação das peças e sua montagem se dão de maneira simples e extremamente rápida, sem necessidade de nenhum corte manual.
Fonte: <http://www.lattoog.com/home/>

Projeto: Aldeia Coworking
Ano: 2010
Autoria: Atelier UM+D (Curitiba)

A proposta desenvolvida para o escritório coletivo Aldeia Coworking poderia ser empregada com os mesmos princípios em um projeto residencial, se adaptando às necessidades específicas dos moradores.

Com design paramétrico de fabricação digital a estante em destaque ocupa uma longa parede do galpão. Acumula funções variadas além de interligar dois espaços de trabalho. Mesas (rapidamente) montáveis e desmontáveis configuram diferentes relações interpessoais, na área de trabalho.



Figura 25: Elemento de continuidade, suporte para livros e objetos, assento. A estante acumula várias funções. Sua forma complexa onde cada peça gerada em projeto é única e foi viabilizada por processos de design e fabricação digital. Fonte: <http://atelierum.wordpress.com/>



Figura 26: O espaço marcado pela estante demarca a circulação e separa a área de trabalho. Mesas desmontáveis podem ser facilmente incorporadas à área de trabalho. Mesas e estantes foram fabricados em máquina CNC. Fonte: <http://atelierum.wordpress.com/>

Projeto: Casa Cobogó
Ano: 2011
Autoria: Atelier Studio mk27 (São Paulo)
Consultoria (ferramentas digitais): Erwin Hauer

Márcio Kogan reservou ao segundo pavimento desta casa em São Paulo, um volume branco, cuja superfície é inspirada no *cobogó*. Desenvolvido pelo artista austro-americano Erwin Hauer⁶⁰ - que desde 2003 transpõe sua obra original em modelos digitais com a colaboração do ex-aluno Enrique Rosado - este trabalho é um misto de biomimética, padrão e modulação.



Figura 27: O elemento vazado proporciona ventilação e iluminação. Seu design pode ser apreciado interna e externamente. Fonte: <http://blog.arkpad.com.br/?p=1616>

⁶⁰ Nos anos 50 e 60 o trabalho de Hauer ficou conhecido entre alguns dos mais importantes arquitetos e designers da época: Marcel Breuer, Philip Johnson e Florence Knoll Bassett. No auge do modernismo, a translucidez de seus painéis modulares incorporada aos projetos por sua capacidade de filtrar a luz, como um brise-soleil ou um cobogó. Professor da Universidade de Yale por mais de três décadas, o escultor agora com mais de 80 anos, está reeditando sua série de painéis modulares “Continua”. Seu trabalho é considerado uma pérola do modernismo. Fonte: <http://blog.arkpad.com.br/?p=1616>



Figura 28: De uma série original dos anos 50 formas intrincadas, se encaixam e formam “loops”.
 Fonte: <http://casavogue.globo.com/interiores/a-casa-cobogo-de-marcio-kogan-em-sp/>

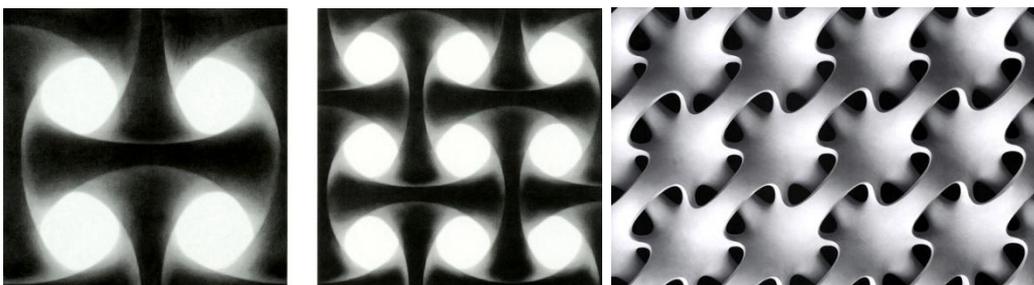


Figura 29: Quando repetidos em uma parede, os módulos passam a sensação de uma trama fluida. Com a evolução da tecnologia, as peças que antigamente eram feitas à mão com moldes e concreto, hoje podem ser fabricadas com maior precisão e delicadeza, em diversos materiais: MDF, limestone, gesso, resinas, alumínio e aço inoxidável. O estúdio utiliza meios digitais, entre eles o software CATIA para a produção dos moldes, colaboração da *Gehry Technologies*, de Frank Gehry. Fonte: <http://blog.arkpad.com.br/?p=1616>

4.3.

Flexibilidade - Exemplos e aplicações: mundo

Projeto: SHWITCH

Ano: 2010 / 2011

Autoria: Atelier Yuko Shibata (Japão)

O arquiteto japonês Yuko Shibata criou áreas separadas de morar e trabalhar neste apartamento em Tokyo, instalando paredes móveis.

No primeiro ambiente a posição da parede define o mesmo espaço como sala de jantar ou sala de reunião com biblioteca. No segundo ambiente, uma estante pivotante desliza no final do dia, revelando o quarto.

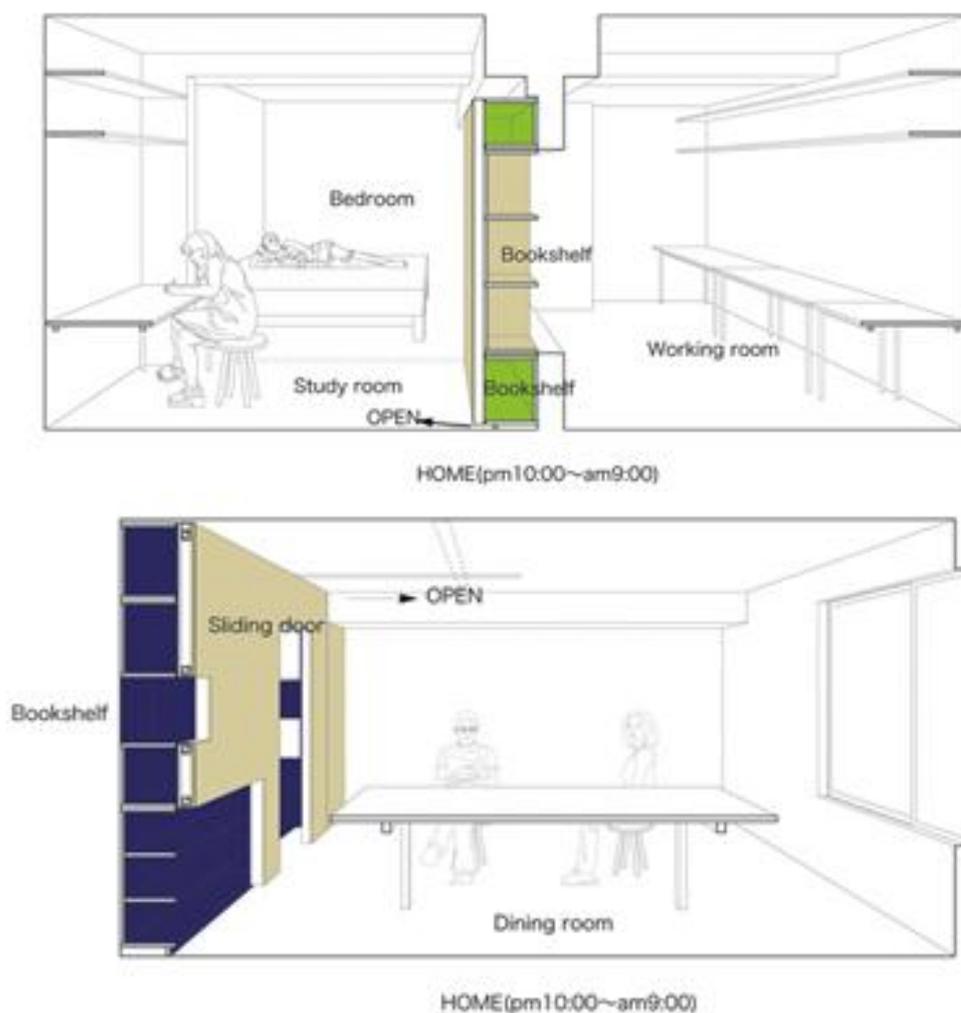


Figura 30: O espaço se adéqua às atividades realizadas nos ambientes, de acordo com o momento do dia. Fonte: <http://yukoshibata.com/>



Figura 31: O movimento do painel neste ambiente divide o espaço em dois criando um espaço de biblioteca e sala de reuniões. Totalmente fechado o espaço vira sala de jantar.
Fonte: <http://yukoshibata.com/>



Figura 32: A porta pivotante incorporada à estante esconde o espaço de dormir e define o espaço de estudo que agora se comunica com a sala de trabalho. Fonte: <http://yukoshibata.com/>

Projeto: Parametric Bookshelves
Ano: 2006
Autoria: Caterina Tiazzoldi (Itália)

Este projeto utiliza um script Maya para explorar formalmente novas configurações da mesma estante. O cliente introduz dados (comprimento, altura e cores preferenciais) e o sistema paramétrico responde alterando automaticamente estas características.



Figura 33: Desta forma cada cliente tem a garantia de uma configuração única, adaptado às suas necessidades. Fonte: <http://www.tiazzoldi.org/>

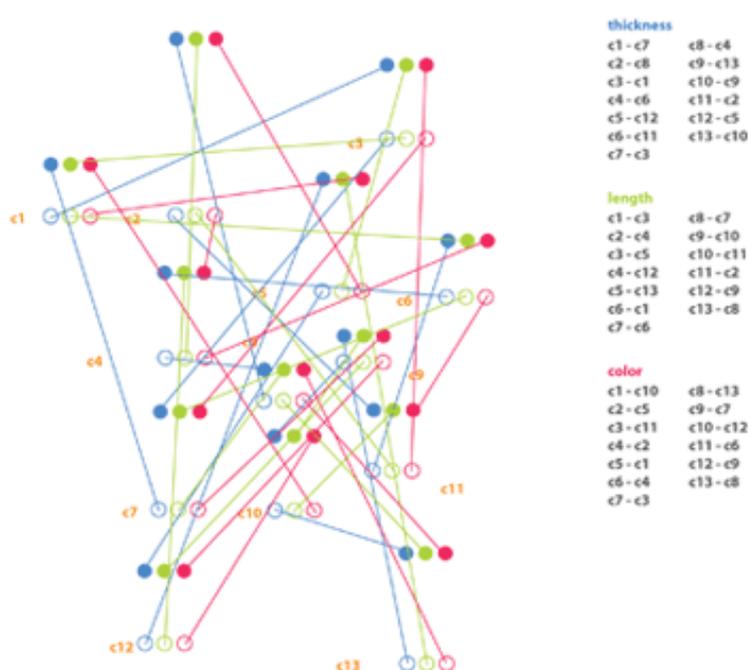


Figura 34: Cor, espessura e tamanho, adaptados aos desejos do cliente – confirma a tendência da customização em massa, possível devido às técnicas de design e fabricação digital. Fonte: <http://www.tiazzoldi.org/>



Figura 35: A aplicação de um grande número de interações, para um número limitado de regras conduz a um nível complexidade formal e sofisticação que é impossível obter através de processos tradicionais. “A intenção não é apenas personalizar a peça. As pessoas constroem o seu próprio ambiente.” Fonte: <http://www.tiazzoldi.org/>

Projeto: Casulo Mobile Living Furniture

Ano: 2007

Autoria: Marcel Krings and Sebastian Mühlhäuser (Alemanha)

Casulo é um conjunto completo de mobília de quarto que pode ser montado em menos de 10 minutos e posteriormente desmontado e re-embalado. Não são necessárias ferramentas durante o processo. Duas pessoas podem levantar, carregar e montar cada peça do conjunto. É construído com materiais duráveis e fazem parte do kit mesa com gaveteiro, guarda-roupas, cadeira com altura ajustável, dois bancos e cama de solteiro com colchão.

“Most people collect so much stuff during their life that they get trapped in their own possession. The more stuff you have, the bigger your house has to be, the higher your mortgage and the more stuck you get to your job, marriage and living place. Having stuff means abandoning the possibility of change. That might be one of the reasons so many people get depressed and fall into a quarterlife and/or a midlife crisis. They simply own too much and therefore lack a healthy opportunity of freedom.”

“A maioria das pessoas acumula tanta coisa durante a sua vida que acabam presas em suas próprias posses. Quanto mais coisas você tem, maior a sua casa deve ser, mais alta a sua hipoteca e mais preso você fica no trabalho, casamento e moradia. Ter coisas significa abandonar a possibilidade de mudança. Isso pode ser uma das razões pela qual tantas pessoas ficam deprimidas e caem em uma crise de meia idade. Eles simplesmente têm tantas coisas e apesar disso falta a saudável oportunidade de mudança.” (texto Pop-up City, tradução nossa)

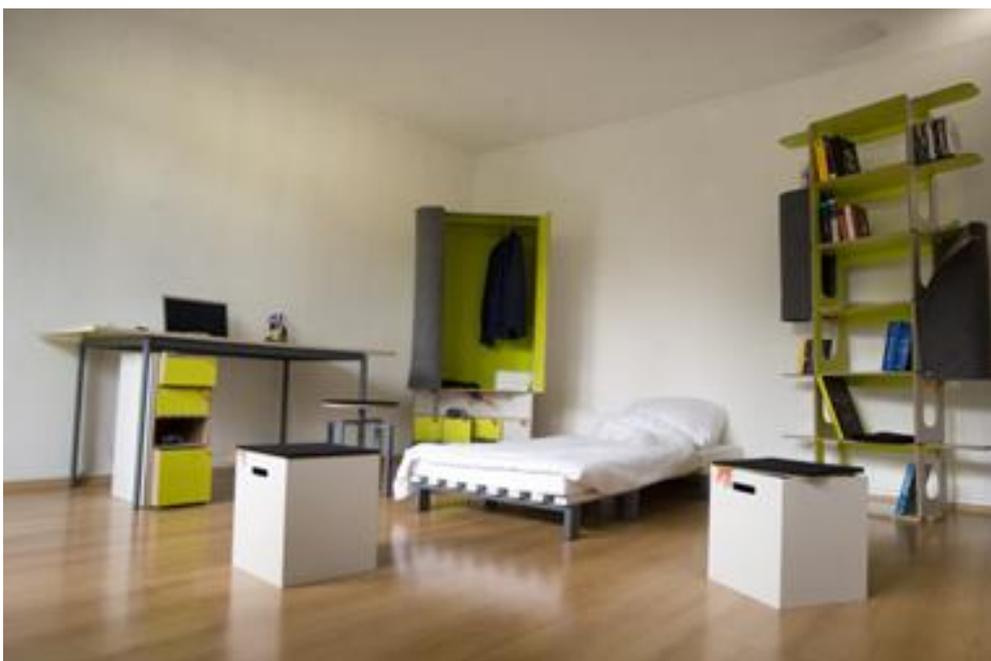


Figura 36: Casulo montado. Fonte: <http://www.mein-casulo.de/index.htm>

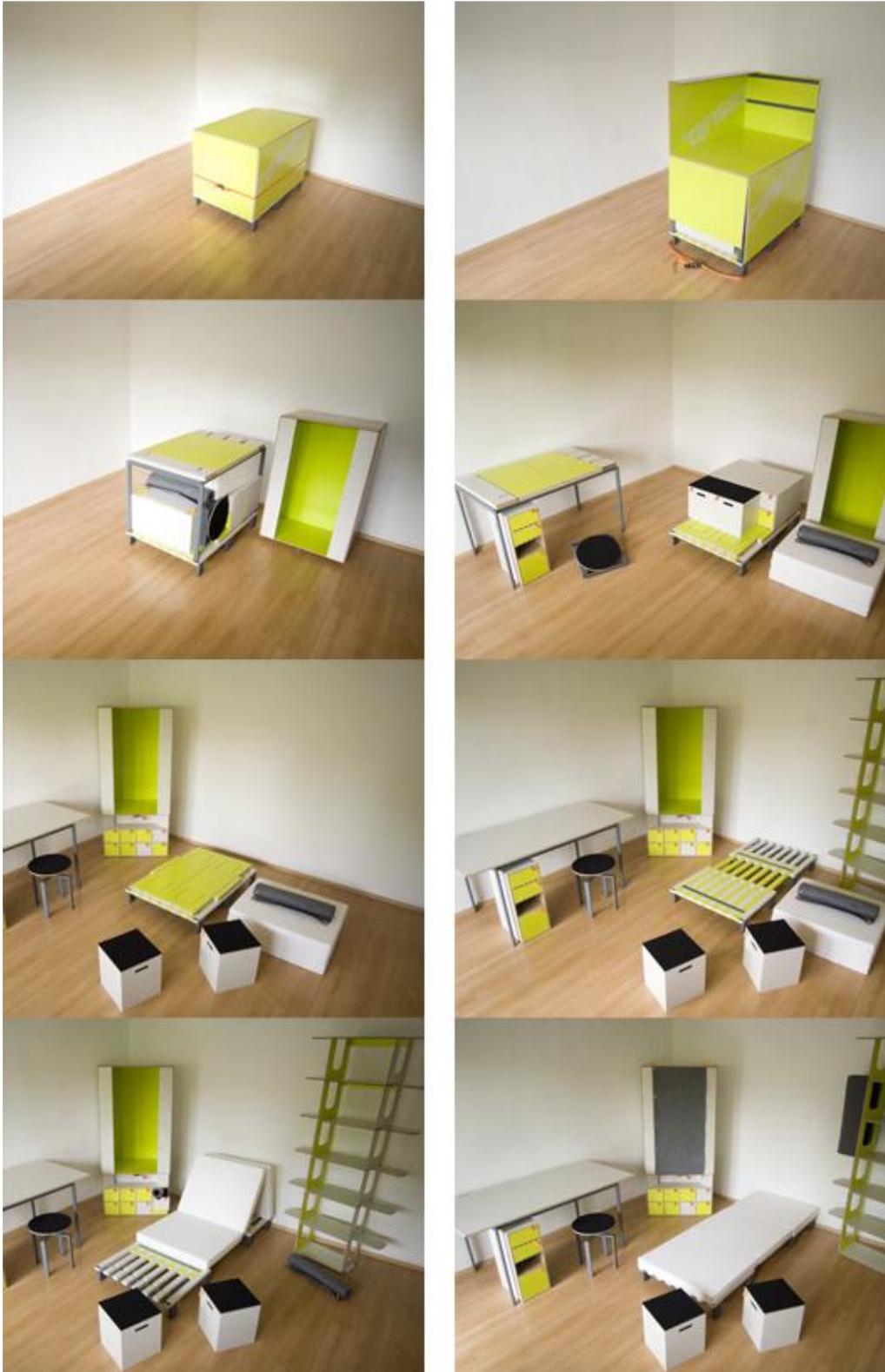


Figura 37: Passo a passo da montagem. Seriam uma mesa, uma cama dobrável, um laptop e uma cadeira tudo que alguém precisa para viver e trabalhar em um estilo de vida completamente flexível e livre? Fonte: <http://www.mein-casulo.de/index.htm>

4.4.

Flexibilidade - Exemplos e aplicações: contexto brasileiro

Projeto: MOB

Ano: 2010 / 2011

Autoria: Atelier UM+D (Curitiba)

Exemplo da mescla de conceitos de design e fabricação digital, flexibilidade e interatividade, MOB é uma peça de mobiliário multifuncional (rack, estante, banco). Gerado através de software de computação paramétrica respondendo em tempo real a alterações e modificações de parâmetros.



Figura 38: Com as formas subtraídas buscou-se a fluidez e da continuidade. Material: compensado naval. Fonte: <http://atelierum.wordpress.com/>

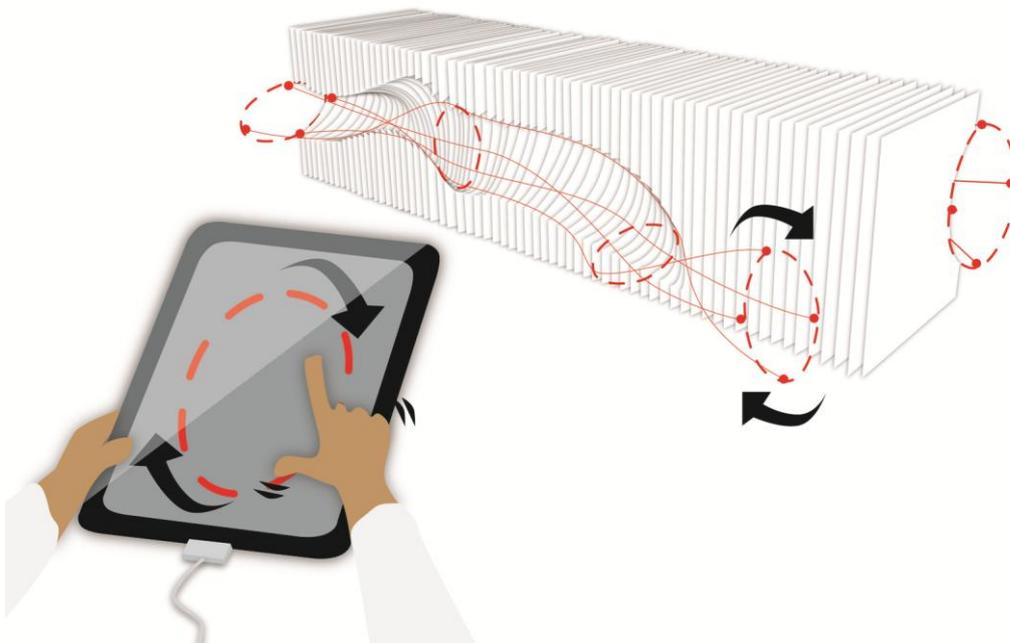


Figura 39: O comprador pode alterar a forma subtraída do volume exterior através da modificação e rotação de cinco elipses. Fonte: <http://atelierum.wordpress.com/>

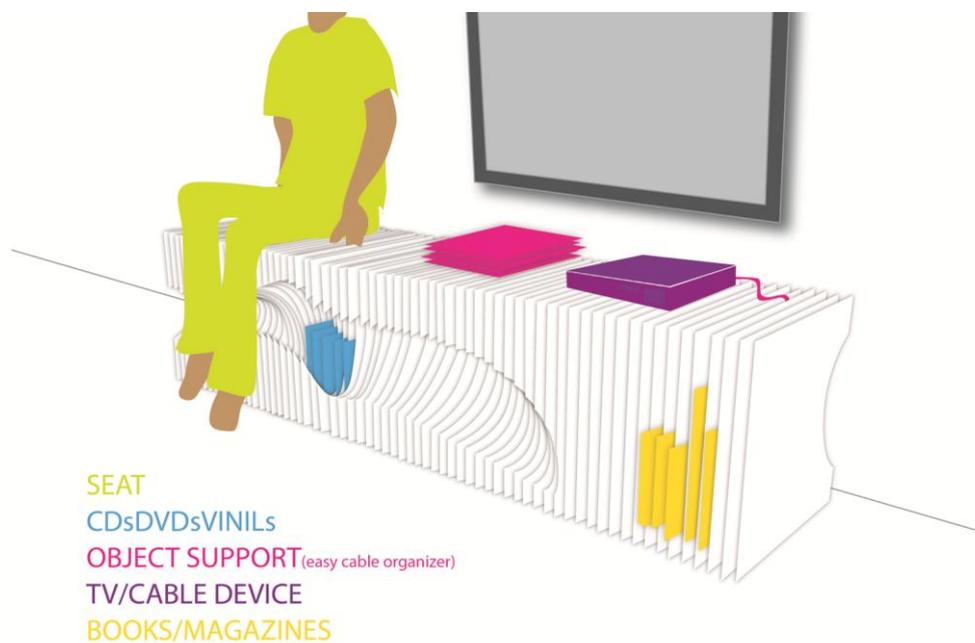


Figura 40: Flexibilidade. Fonte: <http://atelierum.wordpress.com/>

Projeto: Bohemian Cyborg
Ano: 2010
Autoria: Guto Requena (São Paulo)

O projeto “Bohemian Cyborg” aproveita-se de conceitos da virtualidade em sua concepção e possibilita que seu morador torne-se em alguns níveis, co-designer do projeto, gerando um apartamento em que é possível deslocar paredes e mobiliários, customizando e transformando seus ambientes, em um processo de design participativo.

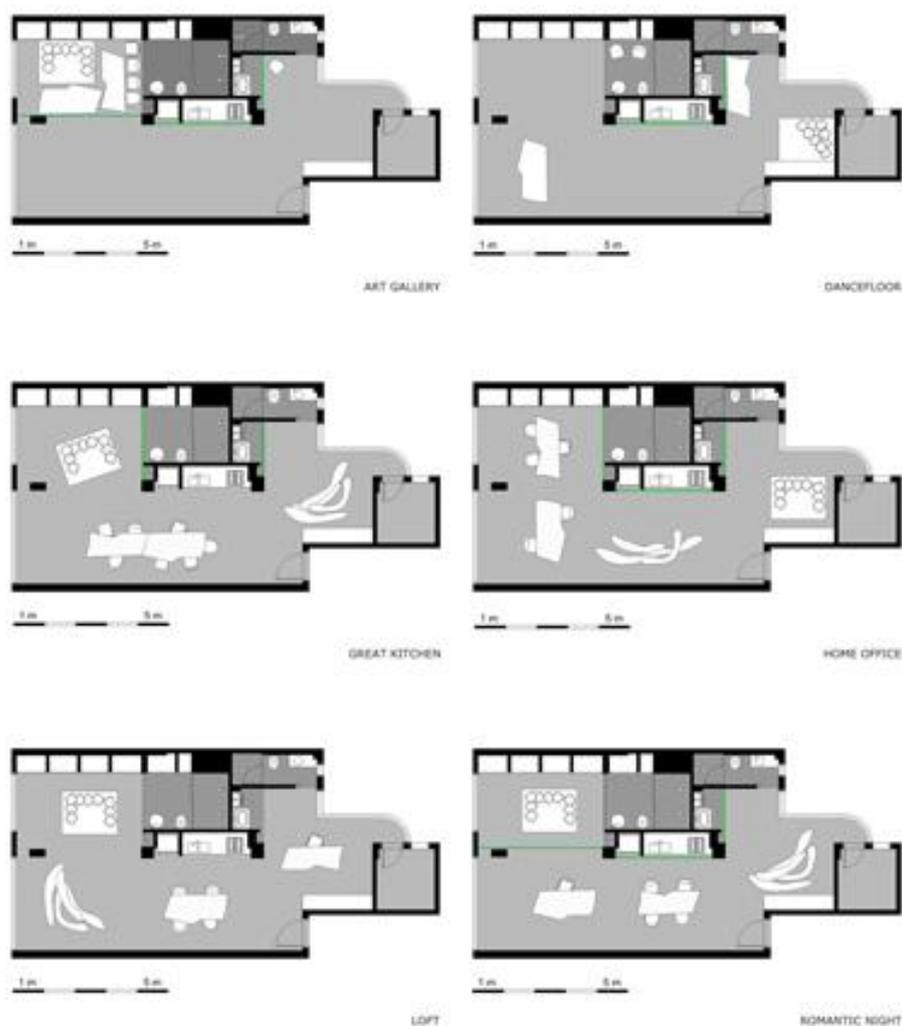


Figura 41: Galeria de arte, pista de dança, grande cozinha, *home office*, loft e noite romântica, são algumas das configurações possíveis com o deslizar de cortinas de mobiliário. As tendências na relação entre arquitetura, design e tecnologia numérica estão se movendo na direção da construção de ambientes mutáveis e interativos. Se a família mudou, seus hábitos também mudaram, seu espaço deve certamente acompanhar tais transformações.

Fonte: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus05/?sec=7&item=2&lang=PT>



Figura 39: Após a retirada de todas as vedações, elétrica, hidráulica e alguns revestimentos do antigo imóvel, criou-se um espaço vazio e que se organiza ao redor de um cubo. As faces desse cubo são formadas por cortinas translúcidas que abrigam as áreas molhadas do apartamento: banheiro, cozinha e lavanderia. O mobiliário e as vedações foram pensados para amparar estas diferentes atividades no espaço mutante, permitindo reprogramar o apartamento de acordo com os desejos do seu morador. Assim, todos os móveis podem se reagrupar e deslocar-se pelo espaço, através de rodízios.

Fonte: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus05/?sec=7&item=2&lang=PT>

5.

Considerações Finais

“Não é o mais forte da espécie que sobrevive, nem o mais inteligente. É aquele que melhor se adapta às mudanças.”⁶¹

(Charles Darwin)

Vivemos um momento em que as tecnologias digitais estão presentes em diferentes instâncias do cotidiano. Em apenas 20 anos o computador pessoal se popularizou no ambiente doméstico. O lar se tornou um ponto de aglutinação de informação. Os chamados *screenagers* não se contentam apenas em olhar a tela – ao contrário da geração anterior que assimilava seus conteúdos de maneira passiva e contemplativa.

Os modelos familiares já não são os mesmos e o desafio é redesenhar estes *interiores* residenciais considerando que a reconfiguração dos espaços pelos seus usuários permita a customização dos ambientes.

Considerar novas ferramentas e tecnologias no processo de design se faz necessário e estimula uma criação que mescla o físico, o analógico e o digital, seja pelo uso de objetos interativos, seja pelo desenvolvimento de projetos que se apropriam dos softwares generativos, explorando possibilidades que mais se adéquem às diferentes situações.

As novas tecnologias permitem que concepção e produção estejam novamente relacionadas. O processo de complexificação envolve integração de métodos e disciplinas com o intuito de aprimorar a capacidade de criar novas experiências no ambiente doméstico. Requena sugere que este redesenho pode ser feito agora, de maneira *low-tech* e adaptado à nossa realidade sócio cultural.⁶²

⁶¹ INGELS, Bjarke. *Yes is more*: um arqui-comic sobre a evolução arquitetônica. Barcelona: Taschen, 2009, p. 16.

⁶² REQUENA, Carlos Augusto Joly. *Habitar Híbrido*: interatividade e experiência na era da cibercultura. São Carlos: USP / EESC, 2007, p. 141.

O *design paramétrico* e as novas técnicas de produção e fabricação digital aliadas ao Design de Interiores outorgam novas alternativas para a concepção da espacialidade de maneira mais flexível, aumentando a complexidade formal, aproximando a realidade digital ao contexto *interior* e oferecendo ao morador–*usuário* maior capacidade de interferência e interação no design e uso dos ambientes projetados.

Vale o esclarecimento de que o conceito de sistemas generativos existe desde a época de Aristóteles (Mitchell, 1970 - *The theoretical foundation of computer aided achitectural design*)⁶³, mas acabou sendo associado aos programas de modelagem paramétrica dando uma falsa impressão de que são novos ou que necessariamente precisam ser implementados pelo computador.

É preciso ter uma visão crítica ao uso das ferramentas e não cair no que se chama “deslumbramento tecnológico”:

Eu espero, sinceramente, que os estudantes de arquitetura, que se impressionam facilmente com as coisas, não sejam seduzidos pelo poder tecnológico colocados à sua disposição [...] É muito fácil deixar de lado o projeto adaptável e se fascinar pela tecnologia da manipulação digital e da geração de formas esquisitas.⁶⁴

(SALINGRAROS, 2010)

A construção do sentido depende de faculdades sensoriais e emocionais exclusivamente humanas. Mesmo diante de uma quantidade jamais imaginada de soluções possíveis geradas através do processamento racional de elementos de um programa, a escolha da melhor alternativa de projeto envolve a interpretação das soluções pelo designer. São humanos que programam as máquinas e escolhem quais as formas valem ser construídas.

⁶³ NATIVIDADE, Verônica Gomes. *Faturas metodológicas nas arquiteturas digitais*. São Paulo: USP/FAU, 2010, p. 87.

⁶⁴ CELANI, Gabriela. *Algorithmic Sustainable Design: uma visão crítica do projeto generativo*. Resenhas Online, São Paulo, 10.116, Vitruvius, Aug. 2011. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/10.116/3995>.

Segundo Alexandre Teixeira [...] tempos fluidos em que vivemos, demandam constantes de reconfigurações (instantâneas / momentâneas), seja de nós mesmos quando da necessidade de absorver e utilizar conhecimentos de outras áreas seja dos espaços de ambientes construídos. Paredes em um tempo onde a exposição máxima na grande rede é a unidade de medida parecem verdadeiramente uma contradição.⁶⁵

É preciso não reduzir os mundos criativos a métodos de interpretação exclusivamente econômicos ou ideológicos. Da mesma maneira que apenas a análise formal e a capacidade técnica não devem ser unicamente consideradas.

A crítica clássica enfatizou demasiadamente o objeto isolado e pouco as relações entre espaço e objeto. Colocar-se em oposição ao reducionismo e tentar se aproximar da idéia de complexidade, diversidade e redes é enfatizar as relações, não as características isoladas do objeto.

“[...] por trás dos repertórios formais, há sempre implicações éticas, sociais e políticas, isto é existem relações entre as formas e as ideologias, e cada posição formal remete a uma concepção do mundo e do tempo, do sujeito e do objeto.”

(MONTANER, 2009, p.215)

Ainda na década de 50, Jacob B. Bakema (1914-1981) e Johannes Van den Broek (1898 – 1978), citam no CIAM 8:

[...] a cada dia descobrimos que a única coisa que existe são as relações e talvez, possamos dizer, inclusive, que a finalidade da vida humana consiste em chegarmos a perceber os princípios fundamentais de uma vida cheia de relações. Por isso [...] no desenvolvimento em arquitetura e urbanismo, falamos tão frequentemente em continuidade do espaço [...] As relações entre as coisas e seus *interiores* são mais importantes do que as próprias coisas.⁶⁶

⁶⁵ Professor coordenador do Curso de Design na Universidade de Minas Gerais e Professor na PUC – Rio. Recebido por e-mail em 14/09/2011.

⁶⁶ MONTANER, Josep Maria. *Sistemas arquitetônicos contemporâneos*. 2009: Barcelona, Gustavo Gili, p. 31.

Michael Meredith conclui a respeito das técnicas de design e fabricação digitais:

No momento não temos nenhum sistema prescritivo dominante, conscientemente trabalhamos dentro de uma prática interdisciplinar muito improvisada, envolvendo novas mídias e métodos de produção, portanto a modelagem paramétrica realmente nos ajuda a praticar incorporando quantos parâmetros conseguirmos.

Novamente, sim, o futuro é paramétrico, eu não tenho nenhuma dúvida que vai ser, mas a tecnologia não vai resolver todos os nossos problemas; infelizmente eles são muito mais profundos e muito mais humanos.

Arquitetura só pode ser crítica, ou difícil, ou significativa ou complexa, se envolve diretamente a cultura, e se torna significativa para uma rede social cultural. Ela só pode persistir se for ilusória.

Construções paramétricas têm a capacidade de se tornar mais inclusivas, mais adaptáveis, menos absolutistas [...] permitindo um novo modelo que não é baseado na construção dialética persistente forma/função, mas mais inclusiva, mais adaptável, mais relevante socialmente, promovendo uma utopia provisória, uma que é aqui e agora.⁶⁷

A investigação e entendimento das novas capacidades das técnicas aliadas aos conceitos de flexibilidade e interatividade parecem ser um passo importante na busca de possibilidades projetuais mais adaptadas às novas demandas do morador-*usuário* e do espaço doméstico na Era Digital.

⁶⁷ MEREDITH, Michael. *From Control to Design: parametric/ algorithmic architecture*. Barcelona: Actar-D, 2008, p. 09 (tradução nossa).

6.

Bibliografia

BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

CAPOZZI, Simone. **Novas Ferramentas de Trabalho**. Artigo publicado na revista AU, Ed.181. 2009. Disponível em:

<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/181/editorial-novas-ferramentas-de-trabalho-131616-1.asp>. Acesso em março/ 2012.

CARNEIRO, Gabriela. **Mobiliário Interativo**: tecnologias digitais como prática do design. Resumo publicado nos Anais do P&D *Design* 2008: 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em *Design*.

Disponível em:

http://www.nomads.usp.br/pesquisas/design/objetos_interativos/arquivos/publicacoes/46929_final_pdf.pdf. Acesso em março/ 2012.

CELANI, Gabriela. **Algorithmic Sustainable Design**: uma visão crítica do projeto generativo. Resenhas Online, São Paulo, 10.116, Vitruvius, Aug. 2011. Disponível em:

<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/10.116/3995>.

Acesso em março/ 2012.

FINKELSTEIN, Cristiane Wainberg. **Flexibilidade na Arquitetura**

Residencial: um estudo sobre o conceito e sua aplicação. Orientador:

Edson da Cunha Mahfuz. Porto Alegre: UFRGS/ FAU, 2009, 172.

Dissertação. (Mestrado em Arquitetura)

FORTY, Adrian. **Objetos de Desejo**: design e sociedade desde 1750.

São Paulo: Cosac Naify, 2007.

HENRIQUES, Gonçalo Castro; BUENO, Ernesto. **Geometrias Complexas e Desenho Paramétrico**. *Drops*, São Paulo, 10.030, Vitruvius, FEB 2010. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/drops/10.030/2109> Acesso em maio/ 2012.

INGELS, Bjarke. **Yes is more**: um arqu-comic sobre a evolução arquitetônica. Barcelona: Taschen, 2009.

KOTTAS, Dimitris. **Contemporary Digital Architecture**: design & techniques. Barcelona: LINKS, 2010.

MEREDITH, Michael. **From Control to Design**: parametric/ algorithmic architecture. Barcelona: Actar-D, 2008.

MONTANER, Josep Maria. **Sistemas arquitetônicos contemporâneos**. Barcelona: Gustavo Gili, 2009.

NATIVIDADE, Verônica Gomes. **Fraturas Metodológicas nas Arquiteturas Digitais**. Orientador: Alessandro Ventura. São Paulo: USP/FAU, 2010, 302p. Dissertação. (Mestrado em Projeto de Arquitetura)

_____ **Da intuição à ciência**: a parametria como método de projeto. Disponível em: http://www1.sp.senac.br/hotsites/campus_santoamaro/ArquiteturaUrbanismo/arquivos/20101015_veronica_natividade.pdf. Acesso em março/ 2012.

_____ ; VENTURA, Alessandro. **Arquitetura Algorítmica**: uma abordagem conceitual. 2009. Disponível em: http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2009_1020.content.pdf. Acesso em março/ 2012.

OLIVEIRA, Marina R.; FABRICIO, Márcio M.. **Modelos físicos e virtuais como ferramentas do ensino de projeto de arquitetura**: relato de uma vivência. In: SIGraDi - Congress of Iberoamerican Society of Digital Graphics, 2009, São Paulo. Anais do 13th Congress of Iberoamerican Society of Digital Graphics, 2009. Disponível em: http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arquitec/Marina/artigo_sigradi.pdf. Acesso em março/ 2012.

ORCIUOLI, Affonso. **TI aplicada à arquitetura**: o antes e o depois. Artigo publicado na revista AU, Ed.181. 2009. Disponível em: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/181/ti-aplicada-a-arquitetura-o-antes-e-o-depois--131091-1.asp>. Acesso em março/ 2012.

REQUENA, Carlos Augusto Joly. **Habitar Híbrido**: interatividade e experiência na era da cibercultura. Orientador: Marcelo Tramontano. São Carlos: USP / EESC, 2007, 147p. Dissertação. (Mestrado em Teoria e História da Arquitetura e Urbanismo)

_____ **Apartamento Bohemian Cyborg**. São Paulo, Brasil. VIRUS, São Carlos, n. 5, 2011. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus05/?sec=7&item=2&lang=pt> Acesso em março/ 2012.

SILVA, Robson C.; AMORIM, Luiz M. do E.. **Da arquitetura paramétrica ao urbanismo paramétrico**. Artigo publicado em SIGRADI 2010 / Disrupción, modelación y construcción: Diálogos cambiantes. Disponível em: http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2010_419.content.pdf. Acesso em março/ 2012.

TRAMONTANO, Marcelo. **Habitações, Metrópolis e modos de vida**: por uma reflexão sobre a habitação contemporânea. 3º Prêmio Jovens Arquitetos. São Paulo: Instituto dos Arquitetos do Brasil – SP / Secretaria do Estado da Cultura, 1998. Disponível em: http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria_artigos_online01.htm. Acesso em março/ 2012.