



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA-**  
**PROPAR**

**A ARQUITETURA E AS FERRAMENTAS DIGITAIS: UMA VISÃO**  
**DO PROJETO ARQUITETÔNICO**

**Ronald Luis da Cruz Jung**

**Porto Alegre, RS, Brasil**

**2014**

# **A ARQUITETURA E AS FERRAMENTAS DIGITAIS: UMA VISÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO**

**Ronald Luis da Cruz Jung**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

**Orientador: Prof. Edson da Cunha Mahfuz, Ph.D.**

**Porto Alegre, RS, Brasil**

**2014**



## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Edson da Cunha Mahfuz, pela orientação e por ser uma referência muito antes do início desse trabalho.

Aos meus amigos Guilherme Schneider, Gustavo Bernardi, Lucas Baisch, Adonai Schlösser e Renata Zampieri, que desde os tempos de graduação debateram arquitetura e ajudaram-me a desenvolver o gosto pelo estudo acadêmico da disciplina.

Ao meu amigo Thales Zamberlan Pereira, pela parceria e excelência na interlocução de assuntos aleatórios.

Aos meus irmãos: Ivo, Pedro e Henrique.

Aos colegas de profissão aos quais estive mais proximamente ligado e me fazem gostar cada vez mais da profissão: Zé Barbosa, Luara Mayer, Lísian Ceolin e Roberta Noal. Também à todas pessoas que tenho ou tive o prazer de conviver no escritório, especialmente à Helen de Lima e à Verônica Viero.

À Samantha Diefenbach com a qual muito aprendi, e onde encontrei uma amizade inestimável. Também ao Fernando Volk, pela amizade e domínio da arte culinária.

Aos meus colegas de PROPAR.

Ao PROPAR e todo seu corpo docente e de funcionários.

À Milena Jaenisch e sua família, especialmente Márcia e Guilherme. Pelo carinho e amizade, os quais mantereí, independentemente do que houver, para toda a vida.

À Camila Sehnem pelo carinho e por ser uma incrível portadora de alegrias.

À minha família que sempre incentivou à leitura e o estudo. Minha mãe, Ivana da Cruz e Eduardo Velez, seu companheiro. Meu pai, Nestor Jung e Tania Taschetto, sua esposa. Tenho imenso orgulho de todos.

## RESUMO

JUNG, Ronald Luis da Cruz. **A arquitetura e as Ferramentas Digitais: Uma Visão do Projeto Arquitetônico**. 2015. 145 p. Dissertação (Mestrado em Teoria, História e Crítica da Arquitetura) - Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura (PROPAR), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Esta pesquisa procura investigar o processo de projeto na arquitetura e como o mesmo passou a ser influenciado nas últimas décadas pelas ferramentas digitais que surgiram desde então. Busca estabelecer uma visão sobre o projeto arquitetônico questionando a existência de um novo paradigma. Para isso analisa a produção acadêmica brasileira dos últimos anos que exploraram ou desenvolveram teorias sobre a utilização de ferramentas digitais afim de estabelecer um ponto de partida. Através da bibliografia expõem uma visão e uma defesa de uma forma de projetar e de como as ferramentas digitais podem auxiliar este processo sem criar deturpações de uso. Por fim o texto contrapõem duas arquiteturas: a arquitetura silenciosa - sóbria - que busca adequar-se à cidade e tão bem aguenta o passar do tempo e a arquitetura digitalista, focada no "inusitado", que está muito mais voltada à possibilidade de exploração midiática da edificação e que tantos problemas traz aos usuários e à sociedade.

**Palavras-chave:** teoria da arquitetura; teoria do projeto; processo de projeto; digitalismo; crítica da arquitetura; arquitetura silenciosa; arquitetura do século XXI; ferramentas digitais; CAD; BIM.

## ABSTRACT

This research investigates the design process in architecture and how it came to be influenced in the past few years by digital tools which emerged since then. It seeks to establish a vision about the architecture design methods by questioning the existence of a new paradigm. Thereunto it analyzes the Brazilian academic production of the past few years which explored or developed theories about the use of digital tools in order to establish a starting point. Through literature, it exposes a vision and a defense of a way of designing and how digital tools can assist this process without creating distortions of its use. Finally, the text contrasts two types of architecture: the silent, sober architecture, which seeks to adapt to the city and as well support the passage of time and changes of its uses, and the "digitalist" architecture, focused on the "unusual", which turns to the possibility of the media exploitation of the building and the many problems it brings to users and society.

**Key-words:** architecture theory; design process, architecture digitalism, architectural criticism, silent architecture, 21st century architecture, digital tools; CAD; BIM



## Conteúdo

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 As visões a respeito do uso do computador no projeto .....	17
1.1.1. Um novo paradigma arquitetônico?.....	18
1.1.2. A arquitetura silenciosa .....	28
<b>2. PRODUÇÃO ACADÊMICA BRASILEIRA: ANÁLISE DAS TEORIAS DE UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DIGITAIS NO MEIO ACADÊMICO BRASILEIRO .....</b>	<b>33</b>
2.1 Aspectos metodológicos .....	34
2.2 Resultados e Discussão .....	36
2.2.1. Quem reflete sobre o tema? .....	40
2.2.1.1. Autores de posição neutra .....	40
2.2.1.2. Autores que aceitam a "arquitetura digital" .....	43
2.2.1.3. Autores críticos à "arquitetura digital" e ao "novo paradigma".....	46
2.2.2. O meio acadêmico brasileiro e as ferramentas digitais.....	48
<b>3. UMA VISÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO E A INSERÇÃO DO COMPUTADOR .....</b>	<b>49</b>
3.1. O papel inicial das ferramentas digitais no projeto .....	50
3.1.1. O primeiro papel das ferramentas digitais no projeto .....	53
3.1.2. Instrumentos mediadores na arquitetura .....	59
3.1.3. A visualização e sua importância na arquitetura .....	65
3.2. O processo de projeto e o computador.....	69
3.2.1. O computador como ferramenta de concepção e verificação de projeto .....	78
3.2.2. O modelo tridimensional digital .....	83
3.2.3. Da representação à simulação.....	87
3.3. O computador e suas implicações na profissão .....	93
3.4. "Digitalismo" - crítica a uma produção inconsequente.....	96

3.4.1. O "preço" do digitalismo .....	102
3.5. Contrapondo as arquiteturas digitalistas e as arquiteturas silenciosas	114
3.6. As Arquiteturas Silenciosas no século XXI .....	117
<b>4. ARGUMENTOS FINAIS.....</b>	<b>128</b>
<b>LISTA DE FIGURAS E TABELAS.....</b>	<b>132</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>137</b>

# 1. INTRODUÇÃO

*"A história da edificação muitas vezes nos coloca diante de edifícios nos quais existe uma diferença nítida entre continente e conteúdo, e basta uma rápida análise para observar que, com alguma frequência, na verdade com frequência demasiada, o invólucro mural foi objeto de maiores preocupações e trabalho do que o espaço arquitetônico.*

*Bruno Zevi, Saber ver a arquitetura, 1984, página 20*

Este trabalho vai desenvolver ao longo do texto uma visão muito mais crítica do que analítica da utilização do computador no projeto arquitetônico. Apoiando-se na obra de Bruno Zevi "Saber ver a arquitetura", esse trabalho mostrará justamente isso, uma visão do projeto arquitetônico segundo preceitos de uma arquitetura sóbria fruto do movimento moderno e, a partir dessa visão, como as ferramentas digitais são (ou deveriam ser) inseridas no processo de projeto.

O trabalho está dividido em quatro partes. A primeira parte servirá de introdução ao tema desta dissertação, estabelecerá **o que é** o projeto arquitetônico e seu surgimento (de uma forma ampla e geral, segundo a bibliografia consultada). Também vai expor duas visões a respeito da utilização das ferramentas digitais no projeto arquitetônico: a da complexidade digital como novo paradigma e a de um projeto que se fundamenta no programa, lugar, construção e na tradição (ou seja, um modo mais tradicional de se projetar, que muito desenvolveu-se a partir da arquitetura moderna), que aqui se denominará de Arquitetura Silenciosa.

A segunda parte buscará estudar a abordagem feita pelo meio acadêmico brasileiro a respeito da utilização do computador no projeto. Esse levantamento tem a finalidade de, além de dar profundidade ao estudo realizado, levantar os principais pontos elencados por aqueles que defendem a

complexidade digital como novo paradigma e aqueles que crêem na arquitetura silenciosa. Esse estudo também busca perceber qual a visão no Brasil a respeito da utilização de tais ferramentas.

A terceira parte vai desenvolver a defesa do projeto como uma consequência da evolução da arquitetura a partir do movimento moderno, estabelecendo e defendendo *uma forma de ver* o projeto e a arquitetura. Neste capítulo, buscar-se-á explorar os meios e o modo pelo qual se consegue a inclusão das ferramentas digitais, respeitando-se os preceitos de uma arquitetura que respeita uma tradição pré-estabelecida e apoia-se nela para desenvolver-se como disciplina.

Na quarta parte, conclusão e argumentos finais, entrar-se-á em uma crítica mais acintosa às "arquiteturas digitais", atacando os principais pontos defendidos pelos autores que a consideram como um "novo paradigma". Também buscar-se-á mostrar a existência de uma visão de arquitetura, subsidiada pelas posições que defendem uma herança e evolução da arquitetura moderna, a qual se pretende coerente mesmo com a inserção do computador no processo projetual.

Porém, antes de se começar a falar em projeto, é necessário estabelecer seu surgimento na profissão e o que ele representa no imaginário



**Figura 1 - Catedral de Notredame em Paris (1163 a 1235). Exemplo de uma arquitetura que ainda não se utilizava da separação projeto/construção. Fonte: Carlos Delgado em wikipedia.org**

dos arquitetos na atualidade.

Anteriormente ao Renascimento, nas construções medievais e da antiguidade, o papel criativo do arquiteto era raramente distinguível daquele do artesão que seguia as suas instruções. O projetista estava envolvido com a construção e se apoiava em uma combinação de demonstrações práticas e instruções verbais com formas rudimentares de externalizar o projeto. Não existia necessidade legal, gerencial ou intelectual de documentação do projeto como conhecemos hoje.

A tecnologia de fabricação de papel, a geometria Euclidiana e procedimentos de construção geométricos e ferramentas de desenho técnico, transformaram esse cenário. O projeto passou a ser explorado no papel e tais documentos adquiriram significado legal. Estes documentos estabeleceram a responsabilidade pelo projeto, passaram a ser empregados no licenciamento e licitação das obras e tornaram-se a base para os contratos de construção (KALAY, 2004).



**Figura 2 - Basílica de São Pedro por Michelangelo Buonarroti, 1520. Exemplar de uma arquitetura renascentista, momento no qual o arquiteto teve sua posição social elevada. Fonte: compassguy.com**

A separação do projeto com relação à construção, apesar de hoje nos parecer natural, transformou a prática da arquitetura além de sua definição, escala de valores e a posição social do arquiteto. Pode-se afirmar que, por volta do ano 1450, a arquitetura passou a ter uma *escrita*, e da mesma forma que a escrita tende a sobrepor-se à linguagem falada como o modo “natural” da existência do discurso, para a arquitetura a representação gráfica apresenta-se como a “portadora dos valores essenciais” da disciplina (CORONA, 1991).

Essa visão atravessou séculos e encontra-se amplamente defendida no meio profissional e acadêmico até hoje. Pode-se afirmar que o projeto é um processo que tem como fim a produção de um conjunto de representações e especificações as quais permitem construir o objeto representado. O modo de representar varia de acordo com a cultura e a época analisada, mas majoritariamente está condicionado a dois fatores: a separação entre projetista e executor – essa separação é fundamental para o desenvolvimento da representação gráfica, pois cria a necessidade de comunicar objetivamente as ideias dos primeiros em uma linguagem compreensível para os segundos – e a complexidade do projeto (CORONA, 1991).

Definido o projeto, passa-se a discutir as principais mudanças na teoria – e também na história – da arquitetura.

A evolução social está intimamente relacionada com as revoluções técnicas ocorridas durante a história da civilização. Constantemente, a humanidade tem desenvolvido novas ferramentas, métodos e técnicas para manufaturar e distribuir produtos necessários para sua sobrevivência e crescimento. A maioria dessas invenções vem do refino de tecnologias anteriores. Porém, algumas invenções foram “revolucionárias” de forma que causaram grandes mudanças políticas, econômicas e/ou sociais.

Segundo Yehuda Kalay, a arquitetura passou por duas mudanças revolucionárias nos últimos 2500 anos. A primeira caracterizada como a codificação do “estilo” inventada pelos gregos e difundida pelos romanos. Essa criou uma massa de conhecimento profissional que podia ser formalmente

pensada e melhorada - pode-se dizer que aí foi criada a *disciplina* da arquitetura.



**Figura 3 - Partenon de Ictino, Calícrates e Fídias (447 a 432 a.c.). A primeira revolução na profissão, a arquitetura grega caracteriza os "estilos" os quais posteriormente serão difundidos pelos romanos. Fonte: Nesta Vásquez / Flickr.com.**

A segunda, no século XV, adveio da invenção dos desenhos em escala e da separação entre projeto e construção, já citada anteriormente - nesse caso, alinhando-se aos argumentos de Alfonso Corona Martínez, foi criada a *profissão* da arquitetura (KALAY, 2004).

Juntas, essas duas revoluções alteraram radicalmente a arquitetura e o modo artesanal com que as construções eram edificadas foi abandonado por um método de manipulação da informação. Arquitetos, a partir de seu conhecimento básico e capacidade profissional, passaram a interpretar as necessidades de seus clientes e a desenvolverem plantas que, uma vez executadas por outras pessoas, espera-se, satisfaçam tais necessidades. (KALAY, 2004).



Figura 5 - Vila Capra (conhecida como Rotonda) de Andrea Paladio (1550). Os projetos de Paladio são a caracterização da segunda revolução da profissão. Fonte: Hans Rosbach

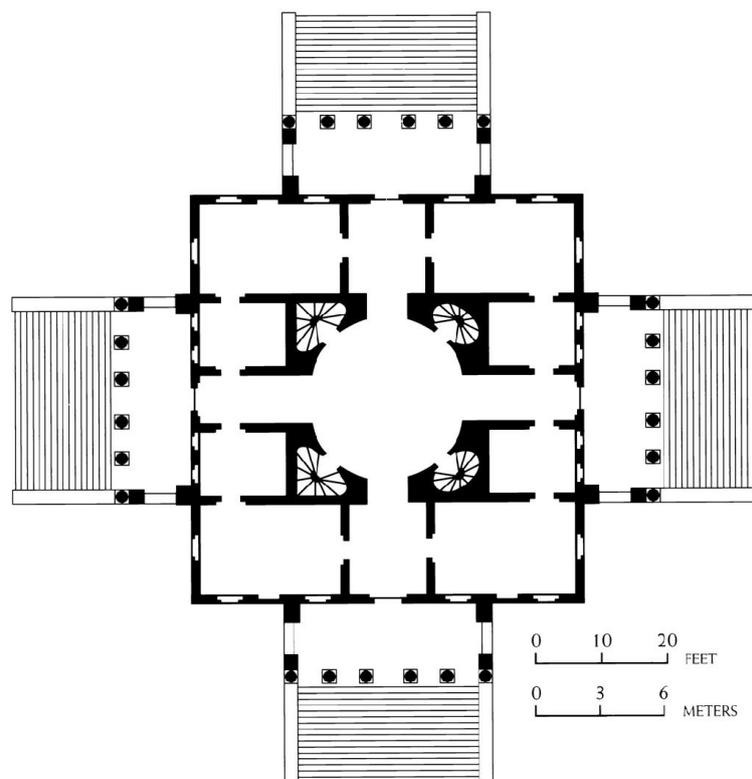


Figura 4 - Vila Capra (conhecida como Rotonda) de Andrea Paladio (1550). Planta baixa redesenhada. Fonte: [historiaearquitetura.blogspot.com](http://historiaearquitetura.blogspot.com)

É devido a essa natureza "infocêntrica" que a computação - uma tecnologia que afeta o núcleo dos processos da arquitetura - vem a ter um efeito "revolucionário" na profissão e na disciplina da arquitetura. A tecnologia da computação tornou a produção, manipulação e a disseminação da informação barata, fácil e rápida. Também possibilitou redefinir a sequência tradicional da produção da informação e reatribuiu as responsabilidades pela sua produção e os privilégios de a possuir (KALAY, 2004).

Salienta-se: a computação aplicada à arquitetura, como será visto e defendido no decorrer deste texto, implica em uma mudança profunda não nas bases que fundamentam a concepção formal, a relação com o entorno e a cidade, as técnicas construtivas e as necessidades dos clientes; e sim na capacidade de manipulação de grandes quantidades de informação, forma de controle do projeto e construção que poderá chegar a um *continuum* informacional - ou seja, no *aumento do domínio do projeto por parte do profissional ou estudante*.

## **1.1 As visões a respeito do uso do computador no projeto**

A fim de se conseguir construir o discurso norteador dessa dissertação, notou-se a necessidade de expor as atuais visões a respeito da utilização do computador no processo de projeto arquitetônico. O texto, como fica, pautar-se-á pela visão de uma arquitetura sóbria e silenciosa, amplamente difundida e defendida por Alfonso Corona Martinez, Edson Mahfuz e Helio Piñon.

Porém, controversamente à visão de arquiteturas silenciosas, existem arquitetos - profissionais e acadêmicos - que defendem o nascimento de um novo paradigma para a profissão, a partir do surgimento e difusão das ferramentas digitais (começado no final da década de 1980). Proposto pelos arquitetos Frank Gehry e Peter Eisenman, esse "novo paradigma" (que aqui é questionado) propõem o surgimento de um novo conceito formal arquitetônico baseado na "complexidade digital". Neste, o projeto é formalmente concebido através de ferramentas digitais.

### 1.1.1. Um novo paradigma arquitetônico?

Diversos arquitetos e teóricos de arquitetura têm escrito a respeito de um novo paradigma arquitetônico. Esse paradigma, atualmente é chamado de "arquitetura digital". O título em forma de interrogação deste parágrafo traz justamente o questionamento da existência desse paradigma. Mostrar-se-á aqui, de uma forma geral, a defesa que se faz dessa *nova arquitetura*.

Ante de mais nada, a inclusão dessa parte no texto, se faz no sentido de entender-se o que se refuta, a defesa de uma arquitetura silenciosa herdeira da tradição moderna se dá porque os preceitos modernos não foram suprimidos por essa visão digital da criação formal arquitetônica.

Primeiramente definir-se-á o que é "arquitetura digital":

Segundo Branko Kolarevic, as novas ferramentas digitais permitem novas investigações através da geração de espaço geométrico não euclidiano, sistemas cinéticos e dinâmicos e algoritmos genéticos. As novas formas digitalmente geradas são expressão de uma aproximação renovada da arquitetura, onde as convenções de estilo são ignoradas a favor de uma experimentação constante baseada na criação digital e a transformação de formas que respondam a contextos complexos e influências funcionais. São estas arquiteturas não tipológicas, descontínuas, amorfas e atemporais (KOLAREVIC *apud* PORTELLA, 2006).

Para Fredy Massad e Alicia Guerrero Yeste, as novas ferramentas digitais levam a uma revolução, esta não sendo uma reação contra modelos estabelecidos, mas sim a materialização de uma nova sensibilidade formal e intelectual. Assim, eles concluem, é possível dizer que estamos frente a uma revolução que operará transformações fundamentais sobre os parâmetros e conceitos da arquitetura (MASSAD, YESTE, 2003).

Antoine Picon afirma que o computador apresenta aos seus usuários novas entidades perceptíveis e objetos. Nos mais variados contextos, como no

projeto, as formas *estáticas* dão espaço a "geometrias fluídas". As deformações passam a funcionar como evidências das impossibilidades dos meios tradicionais de representação. Tais deformações podem, inclusive, serem geradas e guiadas em tempo real no monitor e para Picon, o uso do computador para produzir e manipular superfícies e volumes está próxima de práticas como a modelagem em argila (PICON, 2010).

Jacobo Krauel argumenta que com a evolução das tecnologias digitais, fica claro que não podemos esperar que a arquitetura digital venha a ser um corpo estabilizado de técnicas e regras formais. Para ele, a arquitetura digital é e continuará sendo, um campo de experimentação e exploração. Também enfatiza que a arquitetura de uma época é sempre dependente das técnicas de representação e construção utilizadas, citando William Mitchell que afirma que os arquitetos desenham o que podem construir e constroem o que podem desenhar. (KRAUEL, 2010).

Krauel, de forma passageira, explora ainda a origem da arquitetura digital. Afirma que, inicialmente, a maioria dos arquitetos utilizou-se do computador apenas como ferramenta de desenho, sem impacto na forma das edificações. A partir das teorias pós-modernas de Robert Venturi, o voltar-se para a "complexidade e contradição em arquitetura", e as indagações advindas do desconstrutivismo, os arquitetos passaram a explorar as tecnologias digitais fora de uma necessidade prática absoluta (KRAUEL, 2010).

Sean Ahlquist em seu livro *Computational Design Thinking*, entende que a computação vai levar a uma maior interação, como explicado a seguir:

Com relação ao projeto, a computação é o processo de interação e informação entre elementos os quais constituem um ambiente específico, a palavra central sendo interação. Essa definição tira a computação do domínio virtual exclusivamente. De forma muito relevante para o projeto e o projetista, a aplicação mais ampla da computação está na produção de resultados advindos do processamento de propriedades internas e externas. A computação provê uma estrutura para negociação e influenciamento de interrelações desses conjuntos de dados de informação, com a capacidade de gerar ordem, forma e estruturas complexas. A computação como uma metodologia de

projeto está em 'formular o específico'. Onde os processos auxiliados por computador começam com o específico e terminam com o objeto, processos computacionais começam com propriedades elementares e regras gerativas e terminam com informação a qual deriva a forma como um sistema dinâmico. (AHLQUIST, 2011) <sup>1</sup>

Por fim, em sua tese de doutoramento, Underléa Bruscato Portella, "De lo digital en arquitectura", busca explorar o "fenômeno recente" da arquitetura digital através do estudo da "arquitetura contemporânea". A tese explora dois grupos de arquitetos voltados à arquitetura digital. O primeiro; onde se encontram os escritórios de arquitetos como Herzog e de Meuron, Peter Eisenman, Jean Nouvel, Dominique Perrault e Frank Gehry; conduzindo a uma reflexão onde os meios digitais são utilizados desde um ponto de vista representacional. O segundo grupo; formado por: Alejandro Zaera-Polo e Farshid Moussavi, NOX / Lars Spuybroek e Greg Lynn; mais voltado a "experimentações formais", baseando-se em um processo baseado em algoritmos computacionais e conceitos experimentais (como a animação) onde "a utilização dos meios digitais há outorgado novas possibilidades na definição do espaço arquitetônico, especialmente no desenho tridimensional dos projetos" (PORTELLA, 2006).

Nas próximas páginas, procura-se, utilizando como fio condutor a tese de Portella, exemplificar estas denominadas "arquiteturas digitais" a partir de um panorama de imagens com projetos e obras dos principais expoentes de cada vertente desta "nova arquitetura".

---

<sup>1</sup> "In relation to design, computation is the processing of information and interactions between elements which constitute a specific environment, the pivotal word being *interaction*. The definition pulls computation out of only the virtual realm. In a greater relevance to design and the designer, the most general application of computation is in producing outcomes realized from the processing of internal and external properties. Computation provides a framework for negotiating and influencing the interrelation of these datasets of information, with the capacity to generate complex order, form and structure. Computation as a design methodology is to *formulate the specific*. Where computer-aided processes begin with the specific and end with the *object*, computational processes star with elemental properties and generative rules to end with information which derives form as a dynamic system." (AHLQUIST, 2011, página 13)



Figura 6 - Herzog & de Meuron: segundo Portella, expoente dos "volumes pixelados". Montagem: autor.

## Jean Nouvel



Jean Nouvel buscou um método pessoal em resposta ao ensino que teve na Escola de Belas Artes, este método chamou de “fabricação de conceitos”. Segundo suas palavras, o modo de fabricar um conceito é a análise. Uma análise exaustiva de um problema concreto para chegar-se de maneira seletiva a alguns fragmentos que, recombinaos, darão lugar a um novo objeto, aparentemente ensimesmado, que estará em diálogo descontínuo com seu contexto (PORTELLA, 2006)

Fonte: Oscar Garcia / Flickr



Museu nacional de arte da China - Projeto de 2013. Fonte: archdaily.com / Jean Nouvel



La Philharmonie de Paris - Em construção - Fonte: <http://afasiaarq.blogspot.com> / Jean Nouvel

Figura 7 - Jean Nouvel: segundo Portella, expoente da "colagem de novas geometrias". Montagem: autor

## Dominique Perrault

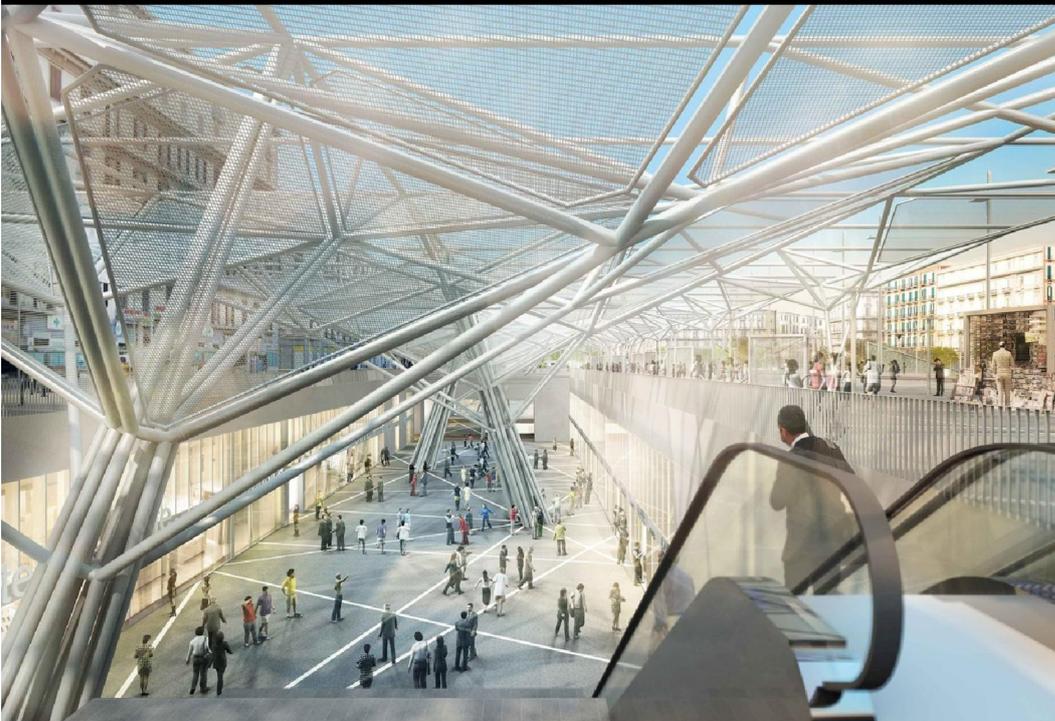


Fonte: Guillermo Pérez / Flickr

Perrault utiliza-se do computador para aplicar processos de tratamento aos seus edifícios, principalmente através de malhas que servem como pele para seus edifícios, dando efeito visual a singular as formas criadas. Inventa as fontes de uma arquitetura que se afasta, tanto em seus meios como em seus objetivos, dos pressupostos da disciplina. Escapar da disciplina da arquitetura é negar toda identidade preestabelecida, questionando qualquer princípio de identificação que normalize a prática arquitetônica (PORTELLA, 2006).



Termes de San Pellegrino. Projeto de 2008 - Fonte: <http://www.perraultarchitecte.com>



Piazza Garibaldi, Nápoles, projeto de 2006 (em construção) - Fonte: <http://www.perraultarchitecte.com>

**Figura 8 - Dominique Perrault expoente da "Forma e Abstração", conforme Portella. Montagem: autor**

## Frank Gehry



Fonte: Taku Smaku / Flickr

Frank Gehry é o grande expoente internacional da arquitetura gerada por meios digitais. O escritório de Gehry utiliza atualmente um processo de trabalho de inserção gradual de recursos digitais dentro de uma forma de trabalho artesanal.

Seu método de projeto se apóia na experimentação com papel que se amassa em diferentes formas, seguindo um processo intenso exploratório que o conduz a definir gradualmente um modelo tridimensional (PORTELLA, 2006)



Museu Guggenheim Bilbao, finalizado em 1997. Fonte: Antonio Garcia (esq) e <http://blogs.cornell.edu> (dir)



Walt Disney Concert Hall, final. 2003. Fonte: Bryan Chang / Flickr (esq) e Pablo Rodríguez / Flickr (direita)



Jay Pritzker Pavillion Concert Hall, Chicago, finalizado em 2004, Fonte: Hanneorla Hanneorla / Flickr

**Figura 9 - Frank Gehry , de acordo com Portella, expoente da arquitetura digital de Massas Ondulantes. Montagem: autor**

### FOA\* - Alejandro Zaera-Polo e Farshid Moussavi



Alejandro Zaera-Polo e Farshid Moussavi se denominam como da segunda geração de arquitetos que operam em âmbito globalizado, se dizem distanciar-se da "consistência estilística" da primeira geração em pró da evolução, complexidade e a mutação que buscam tanto para cada um de seus projetos, quanto para sua trajetória arquitetônica. A imagem fluída e mutável de uma onda é também de seu modo flexível, evolutivo e mutante de entender a arquitetura na era digital (PORTELLA, 2006).

\* O escritório foi dividido em 2011 deixando de se chamar FOA.

Fonte: [www.metalocus.es](http://www.metalocus.es)



Terminal portuário de Yokohama, finalizado em 2002. Fonte: <http://sumocoh.blogspot.com.br>



Meydan – Complexo de Umraniye, Istambul, finalizado em 2007. Fonte: <http://www.archdaily.com> (ambas)

Figura 10 – FOA, expoente da arquitetura digital de "Processos de Fuidez", citando Portella.  
Montagem: autor

## NOX - Lars Spuybroek



Fonte: [digitalarchitecture.blog.com](http://digitalarchitecture.blog.com)

O modo de proceder do escritório NOX segue estratégias que buscam combinar a clareza do determinismo e a ambiguidade da variabilidade. Para o diretor do escritório Lars Spuybroek, a arquitetura não é da "forma livre" mas sim a que vem marcada pela complexidade que deriva da teoria dos sistemas dinâmicos. A incorporação do movimento no processo de projeto é, para o NOX, uma forma de introduzir a dimensão temporal e experimentar com formas mutantes, gerando o que se veio a chamar de "arquitetura líquida" (PORTELLA, 2006).



Maison Folies, finalizada em 2004. Fonte: Marten Dashorst / Flickr



HtwoOexpo, finalizada em 1997. Fonte: <http://kuarc.blogspot.com.br>

Figura 11 – NOA, expoente da "arquitetura informacional", conforme Portella. Montagem: autor

## Greg Lynn



Greg Lynn caracteriza-se pelo uso exaustivo do computador combinando, em sua arquitetura, projeto e inteligência. Utiliza as geometrias topológicas para curvar, torcer, deformar e diferenciar as estruturas, desafiando as noções tradicionais preconcebidas da arquitetura. Emprega em sua prática animação e efeitos especiais para transformar formas e espaços. Suas sequências morfogenéticas procedem do uso de software, que é capaz de mutar as formas segundo determinados critérios evolutivos (PORTELLA, 2006).

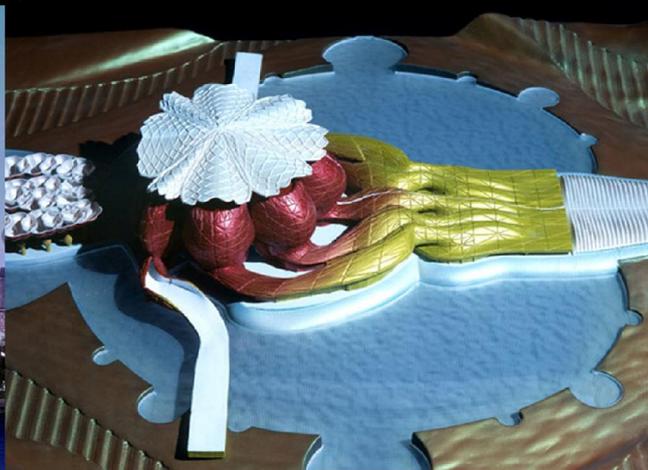
Fonte: [www.floornature.com](http://www.floornature.com)



Intervenção na Igreja Presbiteriana de NY, finalizada em 1999. Fonte: Charlie Able / Flickr



Atlantis Sentosa Resort, Projeto 2008.  
Fonte: <http://glform.com>



ARK of the world, Projeto 2003.  
Fonte: <http://glform.com>

Figura 12 - Greg Lynn, expoente da arquitetura digital da "Forma animada", segundo Portella.  
Montagem: autor

### 1.1.2. A arquitetura silenciosa

Compreendida a defesa que se faz da arquitetura digital e suas ramificações, passa-se a estabelecer a visão na qual se apoiará o presente texto: a arquitetura silenciosa. Edson Mahfuz em um artigo publicado na Revista Projeto em 2005, aplica o termo "arquiteturas silenciosas" para denominar uma arquitetura que "rechaça a concepção artística promovida pela pseudocultura midiática atual [...] Ao contrário, afirma uma concepção de arte como contemplação e introspecção" (MAHFUZ, 2005). Este mesmo ponto de vista é o que Helio Piñon defende nos termos da vigência da modernidade. Independentemente do termo que a define, essa arquitetura é aquela que se baseia no "quaterno contemporâneo" (termo que será devidamente desenvolvido nas próximas páginas), uma arquitetura embasada no programa, no lugar, no método construtivo e na tradição.

Helio Piñon afirma, no seu livro Teoria do Projeto, que a arquitetura moderna é em grande parte uma consequência de um novo modo de se encarar os problemas construtivos advindo do aparecimento de um espírito científico, relacionado à civilização da máquina e que, além disso, contou com a contribuição figurativa de vanguardas pictóricas. Há, na visão de Piñon, uma desvinculação dos termos "movimento moderno" e "arquitetura moderna" - sendo o movimento moderno um episódio que a história encerrou há mais de quarenta anos atrás, já a arquitetura moderna é o modo de conceber específico, que, apoiado nas vanguardas construtivas (neo-plasticismo, purismo e suprematismo), chegou a um conceito formal cujas bases de sua teoria se originam na estética kantiana e ganham força ao longo do século XIX na obra dos teóricos da arte formalista, e ainda:

A modernidade arquitetônica institui um novo modo de conceber em que, paradoxalmente, a noção de estilo, desprovido dos aspectos básicos dos estilos históricos, pode atuar como entidade mediadora entre a necessária identidade do objeto e a universalidade essencial dos valores em que se fundamenta sua estrutura formal. Um estilo entendido como um modo de conceber, no qual a experiência coletiva já não se transmite por meio do tipo,

como ocorria na arquitetura de ascendência classicista, mas que é assumida pelo autor, em função da sua atitude perante os materiais arquitetônicos – não os meramente construtivos – que a história põe ao seu alcance (PIÑON, 2006, página 30)

Bruno Zevi, em sua obra "Saber ver a arquitetura", afirma que a modernidade levou e continua levando a civilização a uma alteração na consideração da arte em relação à vida. Contrariamente ao que dizia Aristóteles de que "não é possível escrever um drama sobre pessoas comuns, faz-se necessário criar personagens heroicos", o mundo hoje exige o contrário: que sejam assumidas responsabilidades sociais por parte dos arquitetos.

Não interessam posições culturais que não sirvam à vida e às atividades artísticas que se isolem do crescimento social da civilização (ZEVI, 1984). É evidente a defesa, por parte de Zevi, de uma arquitetura moderna e a crítica por ele desferida para o movimento pós-moderno. Dessa maneira, pode ser transferida para a chamada "arquitetura digital", explorada atualmente. Dentro da visão de Zevi, pode-se afirmar que a "arquitetura digital" não é feita com responsabilidade social, posto que envolve altos custos de construção, um complicado relacionamento com o entorno e um difícil e custoso processo de manutenção, entre outros.

Vale ainda ressaltar que, de todas as doutrinas que se anunciaram substitutas à modernidade, nenhuma conseguiu sobrepor-se completamente aos princípios modernos de construção formal. Logo, nunca houve uma completa superação histórica da modernidade, já que a mesma só pode acontecer quando se consegue a introdução de um novo sistema de valores, os quais ampliam as condições da síntese formal que caracteriza o projeto (PIÑON, 2006).

Por outro lado, pode-se dizer que não deixou de haver evolução na prática da arquitetura, porém essa evolução é alcançada hoje em uma pequena amostra de profissionais, são estes arquitetos que não abandonaram os conceitos de construção formal.

Segundo Edson Mahfuz, a construção formal é a armação da forma como um quebra-cabeças num processo de tentativa e erro, ou seja, a forma não é importada de uma situação externa, além de não ser o princípio do projeto e sim sua consequência. Mahfuz ainda argumenta que é prova cabal da vigência das "arquiteturas silenciosas" o fato de que a melhor produção brasileira dos últimos trinta anos é aquela que continuou e/ou evoluiu da arquitetura moderna surgida no país na década de 1930 (MAHFUZ, 2005).

Para Hélio Piñon, alinhado ao pensamento de Mahfuz:

A arquitetura moderna é funcional na medida em que encontra no programa o estímulo básico para sua constituição, sem que isso signifique que a verificação da qualidade do artefato possa reduzir-se a uma mera comprovação do grau de satisfação funcional que propicia.[...]

Na realidade, o programa constitui o elemento essencial para a arquitetura moderna, sobretudo para a que na segunda metade dos anos cinquenta alcançou a plenitude, ao converter-se em um modo habitual de conceber, que não necessitava defender em cada ocasião sua oportunidade histórica e sua qualidade estética. (PIÑON, 2006, página 44)

A construção da forma na arquitetura moderna rompe com o classicismo principalmente de duas formas. A primeira, pode-se dizer, é a metodológica: a imitação é abandonada como sistema ordenador do projeto, o tipo é substituído pela prática de projeto na forma da construção formal. A segunda é a dissociação dos diferentes subsistemas dos edifícios (estrutura, organização espacial, subdivisões internas, entre outros) das suas estruturas formais – no classicismo os subsistemas se mesclam, convergem e confundem-se com a estrutura formal.

A proposição do quaterno contemporâneo por Edson Mahfuz junto com Alejandro Aravena, baseado na tríade vitruviana, vem esclarecer de forma gráfica os aspectos essenciais da arquitetura atualmente. Utilizando-se de três condições internas ao projeto (programa arquitetônico, localização e forma de

construção) e uma condição externa que se refere ao repertório do projetista (meio pelo qual se articulam as três primeiras condições).



Figura 13 - O quaternário contemporâneo. Fonte: Edson Mahfuz em [www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br)

Dentro do conceito de Forma Pertinente, pode-se notar certas constantes que permeiam projetos dotados de tal característica, são elas: a universalidade, a sistematicidade, a economia, a precisão e o rigor. Projetos com tais características, independentemente de quando construídos, tendem a ser reconhecidos como arquiteturas silenciosas que apresentam soluções adequadas sem subterfúgios de qualquer natureza (MAHFUZ, 2004).

Por fim, Bruno Zevi caracteriza o espaço moderno como um fato que, a partir da história da arquitetura, estabelece algo novo:

O espaço moderno reassume, portanto, o desejo gótico da continuidade espacial e do estudo minucioso da arquitetônica, não como sonho final dentro do qual se pode inserir o elemento dinâmico, mas como consequência de uma reflexão social; retoma toda a experiência barroca das paredes onduladas e do movimento volumétrico, de novo, não por ideais estéticos auto-suficientes, mas por considerações funcionais que se usuperam em magníficas imagens poéticas, nas quais a massa das paredes barrocas é substituída por divisórias muito leves, e suspensas, ora de vidro ora de delgado material isolante; retoma a métrica espacial da Renascença em muitos edifícios industriais e coletivos, como escolas e hospitais, e da Renascença retoma também o gosto pelas divisões modulares,

traduzindo-o nos termos do atual programa arquitetônico. No quadro das exigências sociais coletivas, da técnica moderna, de um gosto que, em parte por antítese polêmica à ornamentação aplicada do século XIX, prefere a simplicidade, a essencialidade dos elementos figurativos, muitas conquistas espaciais precedentes encontram assim uma nova fisionomia artística. O movimento contemporâneo recebe, pois da Renascença e do barroco a lição da riqueza expressiva individual, tanto que essa arquitetura moderna que o grande público considera "toda igual" - porque por vezes não viu um único exemplo dela e tem em vista apenas a arquitetura pseudomoderna que infesta as nossas cidades e que de moderno possui somente um irrelevante e estúpida 'carência de decoração' - diferencia-se, contudo, nos vários países, e, dentro destes, em inúmeras escolas, como nos períodos históricos mais brilhantes e fecundos, e uma riquíssima pluralidade de mestres. (ZEVI, 1984, página 123)

## **2. PRODUÇÃO ACADÊMICA BRASILEIRA: ANÁLISE DAS TEORIAS DE UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DIGITAIS NO MEIO ACADÊMICO BRASILEIRO**

A inclusão deste capítulo busca formalizar o "estado da arte" a respeito do pensamento acadêmico brasileiro sobre a já definida "arquitetura digital". Utilizar-se-á este capítulo também como uma mescla de levantamento estatístico e revisão bibliográfica sobre o tema em discussão.

Buscar-se-á discutir criticamente as visões apresentadas posteriormente no capítulo de conclusão e considerações finais, correlacionando tais textos com o terceiro capítulo desta dissertação o qual buscará definir e defender um meio de se incluir o computador no processo de projeto.

## 2.1 Aspectos metodológicos

O presente estudo realizou um levantamento bibliográfico de dissertações e teses de doutorados publicadas no Brasil no período de 2001 a 2013 e indexadas no Banco de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Ministério da Educação e Cultura.

Para a seleção dos trabalhos foram utilizadas as palavras chaves: “arquitetura”, e os filtros “arquitetura + projetos” e “arquitetura + projetos + digital” (Figura 2).



Assunto	Número dissertações/doutorado
Arquitetura	11063
Arquitetura + Projeto	3777
Arquitetura + Projeto + Digital	206

Figura 14 - Esquema geral da busca bibliográfica relacionada ao “projeto arquitetônico digital” no Banco de Teses da CAPES (Fonte: <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/>)

A partir da identificação inicial de 206 trabalhos, os títulos e resumos dos mesmos foram analisados e classificados nas seguintes categorias:

- Trabalhos fora do escopo deste estudo - em sua maioria de outras áreas de conhecimento como informática e engenharia,
- Estudos tangenciais – trabalhos em que os autores falam sobre ferramentas digitais, mas não entram na questão do projeto arquitetônico,
- Estudos que abordaram a questão da utilização das ferramentas digitais no projeto arquitetônico

A partir desta identificação foi realizada busca para a obtenção dos textos completos do qual foram analisados. Com base na análise textual, foram identificadas três categorias: trabalhos que assumem a existência da "arquitetura digital" como um novo paradigma, uma nova arquitetura; trabalhos que criticam essa visão de "arquitetura digital; e por trabalhos sem posição definida (classificados aqui como neutros).

## 2.2 Resultados e Discussão

Dos 206 trabalhos inicialmente identificados, 174 não se enquadraram no foco deste estudo, 15 foram considerados estudos tangenciais fazendo referência ao uso de ferramentas digitais, porém não necessariamente vinculado ao processo de projeto arquitetônico. Um total de 17 teses e dissertações foram então identificadas como tendo foco direto na questão das ferramentas digitais aplicadas ao processo de projeto a partir dos seus títulos e resumos. Conseguiu-se obter o trabalho completo de 12 teses e dissertações que serviram para o aprofundamento da análise.

A Tabela 1 apresenta uma síntese geral dos 17 trabalhos, com seus autores, instituição, data da publicação e resumo da posição em relação a "arquitetura digital". Destes, oito textos foram identificados como neutros em sua posição, seis textos assumiram uma posição de defesa ou aceitação sem reflexão da "arquitetura digital" como novo paradigma, três textos críticos à ideia de novo paradigma arquitetônico.

**Tabela 1** Síntese das dissertações e teses relacionadas com reflexões sobre o uso de ferramentas digitais no processo do projeto arquitetônico no Brasil

Ano	Tipo	Autor	Instituição	Título	Posição Teórica	Síntese da posição
2002	Dissertação	Silvana Rocha Brandão Machado*	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Procedimentos de projeto na era digital: um estudo sobre os impactos das novas tecnologias de computação gráfica aplicadas aos projetos de arquitetura e engenharia	Neutra	Foca o trabalho na utilização do computador como ferramenta ampla para escritórios de arquitetura sem posicionar-se a favor ou contra o digitalismo
2002	Tese	Charles de Castro Vincent	Universidade de São Paulo	Processos de projeto e computação gráfica: uma abordagem didática	Crítica ao "novo paradigma" e a "arquitetura digital"	Apesar de não criticar o digitalismo, o autor assume um discurso claro de valores modernos.
2003	Dissertação	Orlando Pinto Ribeiro	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Ciberespaço projetual. Uma abordagem crítica sobre a representação digital no processo projetual da arquitetura	Crítica ao "novo paradigma" e a "arquitetura digital"	O autor evidencia uma visão de que o computador é uma ferramenta que pode ajudar no desenvolvimento do projeto muito além da representação gráfica, porém isso não leva a uma mudança na forma da arquitetura.
2004	Tese	Gisele Lopes de Carvalho	Universidade Federal de Pernambuco	Ambientes Cognitivos para projeção: um estudo relacional entre as mídias tradicional e digital na concepção do projeto arquitetônico	Neutra	Tese de comparação entre os meios tradicionais de se projetar e os meios digitais. Não toma partido com relação ao digitalismo.
2005	Dissertação	Paulo Sérgio Teixeira	Universidade de São Paulo	Espaço e arquitetura: entre o analógico e o digital	Neutra	
2005	Tese	Wilson Flório*	Universidade de São	O uso de ferramentas de modelagem vetorial na	Aceitação da "arquitetura	O autor foca sua tese na utilização de ferramentas de modelagem vetorial e o uso

			Paulo	concepção de uma arquitetura de formas complexas	digital como novo paradigma.	que delas fizeram arquitetos como Gehry, Eisenmann e Zaha Hadid.
2006	Tese	Octavio Lacombe	Universidade de São Paulo	Diagramas digitais: pensamento e gênese da arquitetura mediada por tecnologias numéricas	Aceitação da "arquitetura digital como novo paradigma.	O autor ecoa a visão de digitalistas como Mark Novak e o Grupo NOX.
2007	Dissertação	Juliano Carlos Cecílio Batista Oliveira	Universidade de São Paulo	Construindo com Bits: análise do processo de projeto assistido por computador	Neutra	Apesar de tender a valorizar a modernidade na sua investigação, o autor não se posiciona categoricamente.
2007	Dissertação	Ramon Ribeiro Fontes*	Universidade Federal Fluminense	A importância das ferramentas de representação gráfica no processo de concepção do projeto arquitetônico	Neutra	O autor foca seu texto na questão da subutilização de recursos de perspectiva e maquete, seja manual, seja virtual. Não se posiciona com relação ao digitalismo.
2008	Dissertação	Marcela Alves de Almeida*	Universidade Federal do Rio de Janeiro	A obra do Grupo NOX: a colaboração da computação digital com a computação analógica no processo de projeto	Aceitação da "arquitetura digital como novo paradigma.	A pesquisa assume mudanças à arquitetura contemporânea que são validadas pelo Grupo NOX.
2009	Dissertação	Gilfranco Medeiros Alves	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul	O desenho analógico e o desenho digital: a representação do projeto arquitetônico influenciado pelo uso do computador e as possíveis mudanças no processo projetivo em arquitetura	Neutra	A dissertação não toma partido, citando os dois lados, porém não se posiciona criticamente. Ora aborda autores e projetos digitalistas, ora autores que defendem a modernidade.
2009	Tese	Isabel Amália Medero Rocha	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Programa e projeto na era digital – o ensino de projeto de arquitetura em ambientes virtuais interativos	Aceitação da "arquitetura digital como novo	Defende que a utilização de programas de computador é benéfica quando gera novas formas e quando “transgredindo” regras.

2010	Dissertação	Helen Rachel Aguiar Morais	Universidade de Brasília	Complexidade e customização em massa na arquitetura	paradigma. Aceitação da "arquitetura digital como novo paradigma.	Defesa de que os recursos computacionais permitem e, por isso validam, a construção de edifícios com formas complexas. Defende que a utilização de CAD/CAM vai gerar economia na construção civil.
2010	Tese	Pedro Fiori Arantes*	Universidade de São Paulo	Arquitetura na era digital-financeira, desenho, canteiro e renda da forma	Crítica ao "novo paradigma" e a "arquitetura digital"	Apesar de tangenciar um pouco a questão teórica do projeto arquitetônico, o autor evidencia uma posição claramente contrária à arquitetura "de formas liquefeitas", ligando à essa arquitetura a cultura de acumulação capitalista, a qual é duramente criticada.
2010	Dissertação	Verônica Gomes Natividade	Universidade de São Paulo	Fraturas Metodológicas nas arquiteturas digitais	Aceitação da "arquitetura digital como novo paradigma.	A autora explora e analisa a arquitetura de Frank Gehry pós Guggenheim de Bilbao, tomando-a como certeza da arquitetura de qualidade atual e rumo natural para a prática do projeto
2011	Dissertação	Victor Cesar Longo da Paixão	Universidade São Judas Tadeu	Analogico e digital: do desenho ao modelo, do modelo ao desenho	Neutra	O foco da dissertação é no desenho analógico e digital, não se volta a discutir a teoria do projeto propriamente dita, mas a influência das novas ferramentas no ato projetual.
2011	Dissertação	Silvio Sguizzardi	Universidade de São Paulo	Modelando o Futuro: a evolução do uso de tecnologias digitais no desenvolvimento de projetos de arquitetura	Neutra	O autor analisa três obras distintas que caracterizam, segundo ele, três gerações de arquiteturas digitais.

## **2.2.1. Quem reflete sobre o tema?**

### **2.2.1.1. Autores de posição neutra**

A classificação de neutralidade aqui representa o ponto de vista do autor com relação aos textos analisados, sem que necessariamente os autores tenham deixado isso explícito em seus trabalhos.

O discurso da maioria dos autores classificados como neutros, em geral, centram-se nas seguintes discussões: revisão de paradigmas, novas possibilidades criativas utilizando-se de ferramentas digitais, meios digitais como ferramentas de desenho, ruptura da continuidade do projeto quando se utiliza ferramentas digitais, necessidade de incorporação de novas tecnologias para "equiparação com a arquitetura internacional".

Gilfranco Medeiros Alves apresenta em sua dissertação uma visão que não se posiciona claramente. Em determinado momento, cita autores que criticam o "novo paradigma", em outros, aborda e inclui projetos da "arquitetura digital". Na visão de Alves, o mais importante é que a discussão se amplie a respeito do uso das ferramentas digitais, revisando paradigmas. Acredita que adaptações serão necessárias no atual modelo de "arquitetura digital" e que, dessa forma, possam-se gerar novos modelos e metodologias que agreguem qualidade às concepções de projeto arquitetônico e que:

Para que isso ocorra, uma compreensão adequada da incorporação destes novos métodos, aliada a novas tecnologias que contribuam para o processo projetivo, possibilita, ao que tudo indica, um desempenho compatível com a expectativa de produção de uma arquitetura de qualidade, com novas possibilidades de exploração do potencial criativo dos projetistas e do próprio universo que nos envolve. (ALVES, 2009, página 127)

Gisele Lopes de Carvalho evita entrar na discussão de bases teóricas de concepção de projeto, volta-se mais para uma visão dos meios analógicos e digitais como ferramentas. Para Carvalho, o desenvolvimento inicial das ideias não pode sair do meio tradicional com a utilização de ferramentas analógicas,

já as mídias digitais são adequadas no momento de desenvolvimento gráfico do projeto, quando se exige altos níveis de definição e detalhes geométricos e criação de renderizações e simulações (CARVALHO, 2004).

Juliano Oliveira, em sua dissertação, de uma forma geral defende esta arquitetura que denominamos silenciosas, porém sem posicionar-se categoricamente ou criticar o "novo paradigma" ou a "arquitetura digital". Afirma que o projeto atualmente é diferente de quando inexistia o uso dos meios digitais e mesmo àqueles profissionais que hoje afirmam projetar do modo tradicional, é inevitável que tenham seus projetos desenvolvidos digitalmente. (OLIVEIRA, 2007).

Paulo Teixeira, em sua dissertação, entra na discussão a respeito dos meios analógicos e digitais como ferramentas na concepção do projeto, utiliza do termo "croqui digital", argumentando que essa é a forma pela qual os meios digitais tentam se aproximar do nosso pensamento analógico. Teixeira tende a um pensamento de defesa da modernidade, mas o foco de sua pesquisa permanece na dualidade ambiente analógico X ambiente digital (TEIXEIRA, 2005).

Ramon Ribeiro Fontes, em sua dissertação, centra a discussão na representação gráfica na arquitetura, restringindo-se a suas formas de representação: a perspectiva e a maquete. Fontes busca demonstrar que independentemente do meio analógico ou digital, essas ferramentas são utilizadas muito mais como forma de apresentação do projeto do que como ferramenta de concepção do projeto. Não aborda a discussão a respeito do "novo paradigma" ou da "arquitetura digital" (FONTES, 2007).

Silvana Machado, em sua dissertação, explora as novas exigências do mercado na área, em uma visão onde o profissional arquiteto tem que ter um domínio de outras áreas como saber lidar com grandes quantidades de informação, saber lidar com novos equipamentos tecnológicos e softwares que não tem relação com a área (como antivírus, backup de arquivos, atualizações de software, entre outros). Também busca mostrar problemas ergonômicos decorrentes do uso contínuo do uso de computadores (MACHADO, 2002).

Victor Paixão, em sua dissertação, afirma que não se trata de tomar posição a favor do digital ou analógico, mas que o importante é perceber que as novas tecnologias estrangeiras são um desafio e um novo questionamento. Segundo Paixão, o importante é que os arquitetos estejam sempre atualizados tecnicamente para que a arquitetura brasileira possa se equiparar à internacional, para projetar com mais eficiência e ampliar nossa cultura, além de cada vez mais se desenvolver os meios de nacionais de produção (PAIXÃO, 2011).

### **2.2.1.2. Autores que aceitam a "arquitetura digital"**

Bem como a classificação feita para os trabalhos neutros, a classificação de admissão do "novo paradigma" e da "arquitetura digital" representa o ponto de vista do autor, sem que necessariamente haja nos textos analisados alguma referência explícita a essa afirmação.

De uma forma geral, a defesa da "arquitetura digital" se dá primeiramente admitindo-se que esta é a forma contemporânea de desenvolvimento arquitetônico, em geral os textos não explicam o esgotamento ou a obsolescência da arquitetura moderna. A partir da aceitação dessa nova arquitetura, os textos buscam explorar: os meios de construção das arquiteturas digitais, as novas formas de projeto que envolvam ferramentas de manipulação de formas complexas, novos potenciais criativos advindos das novas ferramentas, a transgressão de regras formais como forma de reflexão, entre outros temas abordados. Abaixo um breve resumo dos principais argumentos de cada um dos trabalhos analisados.

Helen Morais, em sua dissertação, admite a "arquitetura digital" plenamente e defende a utilização de modelos tridimensionais que permitam a "customização em massa" diante da complexidade das formas que a era digital nos permite desenvolver (já que representações bidimensionais dos objetos arquitetônicos são claramente limitadas para compreender essa arquitetura). A customização em massa é a possibilidade de fabricação de uma série de elementos que se diferenciem um dos outros, pelo mesmo custo dos produzidos em larga escala.

Isabel Rocha, em sua tese, posiciona-se claramente a favor da arquitetura que transgride regras, pois, a partir disso, abre-se espaço para a reflexão. Ainda adiciona:

No projeto digital, muitas vezes o conceito de projeto orientado pelas representações simbólicas da arquitetura, cujo repertório conhecido estava presente historicamente na arquitetura, é abandonado pelas novas possibilidades que emergem da manipulação de múltiplas variações de dados que podem ser gerados no ambiente computacional.

Estas possibilidades proporcionadas pelo ambiente digital, mais do que simplesmente um conjunto de preferências formais, ou o abandono de abordagens tradicionais do conhecimento formal e tipológico da arquitetura explora novas formas de relações entre o projetista, a imagem e a informação. (ROCHA, 2009, página 311)

Marcela de Almeida, em sua dissertação, assume a defesa da "arquitetura digital" posto que estuda a obra do grupo NOX. A autora discorre sobre o desenvolvimento de um novo processo de projeto, chamado pelo grupo de Machining Architecture. Também aborda as experiências que utilizam as mídias digitais, como ferramentas de geração e transformação da forma, que recebe o nome de morfogênese digital (ALMEIDA, 2008).

Octavio Lacombe, em sua tese, afirma que a noção da arquitetura se renova a partir da evolução das ferramentas de representação e, com isso, coloca em questão a posição do arquiteto. Para Lacombe, os arquitetos devem se confrontar com máquinas que funcionam como instrumentos de mediação e que devem ter seu potencial criativo explorado (LACOMBE, 2006).

Verônica Gomes Natividade, em sua dissertação, assume uma posição em defesa da arquitetura de Frank Gehry na certeza de que essa arquitetura é "o rumo natural para a prática de projeto". Para Natividade, o impacto da construção do museu Guggenheim em Bilbao, mostrou aos arquitetos e ao mundo o que a combinação de criatividade, tecnologia e poder econômico é capaz de construir. Afirma ainda que:

Este museu ultrapassou os limites do que se entendia até então como vanguarda tecnológica na construção. Dentro do contexto dessa dissertação, a consequência mais significativa do efeito Bilbao foi a abertura dos caminhos para o desenvolvimento das arquiteturas digitais, que finalmente poderiam ser tiradas das telas dos computadores. (NATIVIDADE, 2010, página 197)

Wilson Flório, em sua tese, assume a defesa da "arquitetura digital" na medida em que analisa a obra de três arquitetos: Peter Eisenman, Frank Gehry

e Zaha Hadid. Infelizmente não foi possível localizar uma cópia da tese para aprofundar e apontar os principais pontos de vista de Flório a respeito dessa arquitetura.

### **2.2.1.3. Autores críticos à "arquitetura digital" e ao "novo paradigma"**

Assim como as duas classificações anteriores, esta categorização de autores críticos representa o ponto de vista do autor.

Nos três trabalhos analisados, encontram-se duas formas de encarar o fenômeno da "arquitetura digital". Em dois deles, ignora-se o discurso do "novo paradigma", refutando-o pela exclusão, já um dos trabalhos faz uma crítica direta às "arquiteturas digitais" em suas formas "liquefeitas" do ponto de vista social/econômico. Abaixo um curto resumo incluindo os principais argumentos de cada um dos trabalhos analisados.

Orlando Ribeiro, em sua dissertação, não chega a assumir uma posição de crítica plena a "arquitetura digital", porém seu texto é muito voltado aos princípios da modernidade onde o computador pode entrar, agregando velocidade ao processo de projeto e principalmente aumentando o domínio do projeto por parte do projetista. Segundo Ribeiro, o computador possibilitará o aparecimento de uma nova arquitetura, todavia essa ascensão não será por "nenhum método fantástico computadorizado que conduza o arquiteto por um caminho mágico" e sim através do trabalho de um novo profissional, que, com ferramentas de trabalho superiores, estará potencialmente mais bem preparado para produzir uma arquitetura de melhor qualidade (RIBEIRO, 2003).

Pedro Arantes, em sua tese, volta-se muito à crítica das arquiteturas "liquefeitas" pelo fato destas serem exibicionismos de um mundo capitalizado extremamente consumista, como argumenta nos dois parágrafos a seguir:

A arquitetura de formas liquefeitas, de contorcionismos polimorfos e malabarismos cenográficos [...] é um dos sinais mais inequívocos do atual curso descontrolado do mundo. Sua deformidade e instabilidade visual evidenciam plástica e tecnicamente a desmedida própria a acumulação capitalista, agravada pela dominância financeira. Como vimos, formas complexas e difíceis de executar não apenas expressam visualmente o capital que se pretende sujeito de uma

autovalorização, como também são, elas próprias, mercadorias não facilmente calculáveis do ponto de vista do trabalho socialmente necessário. São obras em que valor e preço se descolam e nas quais a dominância da circulação define seu caráter rentista e especulativo. Nelas se manifesta a seu modo a dinâmica de valorização enlouquecida do capital no momento em que este procura desenfreadamente dissociar-se de seu fundamento, o valor-trabalho.

A crise global de 2008, portanto, permite rever sob novo prisma histórico o conjunto de fenômenos que estamos analisando, uma vez que a derrocada financeira afeta essa arquitetura pelos dois lados: o do dinheiro e o do simbolismo que ela carrega. “Excesso” e “desperdício” não são as qualidades mais recomendadas para uma produção abalada pela nova onda de escassez. Sobriedade e moderação podem voltar a ser requisitadas, e mesmo premiadas, como já foi o caso de Zumthor, com o Pritzker em 2009.” (ARANTES, 2010, página 285)

Charles Vincent, em sua tese, baseia-se nos preceitos da arquitetura moderna para conduzir seu trabalho que se centra na inclusão das ferramentas digitais no processo de projeto. Apesar de não criticar abertamente a "arquitetura digital", pode-se dizer que a refuta ao ignorar-lhe, suas conclusões são positivas com relação ao uso de ferramentas digitais no processo de projeto desde as primeiras etapas do mesmo (VINCENT, 2002).

### **2.2.2. O meio acadêmico brasileiro e as ferramentas digitais**

Como vimos nos parágrafos precedentes, o meio acadêmico brasileiro carece de um aprofundamento no estudo da utilização dos meios digitais no projeto de arquitetura. Carece também de posições que defendam as arquiteturas silenciosas, quando se estuda novas tecnologias de representação e projeto. Evidentemente, existem inúmeros defensores da qualidade da arquitetura que seguiu a tradição moderna e isso suscita uma questão: por que a maioria dos trabalhos acadêmicos de maior vulto (teses e dissertações) são voltados à defesa e difusão da "arquitetura digital" enquanto há poucos que falam sobre ferramentas digitais e defendam as arquiteturas silenciosas? A resposta talvez esteja no fato de que aqueles que defendem as arquiteturas silenciosas, acreditem que essa discussão não seja necessária, já que, para estes, as bases teóricas do projeto arquitetônico estão bem fundamentadas e não se alteraram com as novas tecnologias.

Porém, essa discussão não deve ser ignorada e deve ocorrer para que se possa defender a vigência de uma arquitetura que evoluiu a partir das experiências da arquitetura moderna, sem que as novas ferramentas sejam deixadas de lado. Como foi dito na introdução, pode-se traçar um paralelo entre o desenvolvimento do desenho arquitetônico, ocorrido no século XV, e o aparecimento e difusão dos novos meios de projeto, possibilitados pelo uso do computador. Sendo assim, é inevitável que haja uma discussão sobre as mudanças que isso pode levar às bases da profissão - como houve a partir do renascimento - e é de fundamental importância que se estude e se aprofunde a forma como as ferramentas digitais podem ser incorporadas ao projeto - seja para os profissionais, seja para os estudantes - dentro de uma visão moderna de projeto arquitetônico. É dentro dessa linha que se apresenta o próximo capítulo, uma resposta, dentro dessa visão moderna de projeto, de como os meios digitais podem auxiliar no projeto e a quais alterações eles levam - ou podem levar num futuro próximo - à profissão.

### **3. UMA VISÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO E A INSERÇÃO DO COMPUTADOR**

Evidenciadas as principais visões a respeito da utilização das ferramentas digitais - em âmbito profissional e acadêmico -, parte-se agora para a defesa de um modo de encarar o projeto onde o computador é incluído sem alterar os princípios básicos da construção formal.

### 3.1. O papel inicial das ferramentas digitais no projeto

A arquitetura, de uma forma ou outra, sempre necessitou do uso da computação – e do auxílio computacional – desde tempos remotos. Mesmo tendo participado indubitavelmente com um papel importante na construção de, até mesmo, as mais singelas cabanas, ganhou importância e destaque com os zigurates da Mesopotâmia, com o círculo de pedras de *Stone Henge*, com as pirâmides do Egito, com as cidades e templos gregos e romanos, com a Grande Muralha da China e com as pirâmides na América pré-colombiana. De forma específica, os arquitetos tinham grande necessidade da geometria como uma forma de calcular dimensões, proporções, áreas e volumes. Também precisavam de ferramentas para construir geometricamente, além daquelas necessárias a comunicação de suas intenções aos construtores: o desenho (KALAY, 2004).

O uso de ferramentas, seja para o desenho, seja para a construção de formas geométricas, é considerada uma *forma de computação*, ou seja, *cálculo com a utilização de uma ferramenta ou máquina*. Este fato foi e é determinante para a profissão. Tanto que a simples descrição vitruviana de um homem com pés e mãos esticados, encaixando dentro das figuras geométricas mais perfeitas, o círculo e o quadrado, pareceu revelar uma verdade fundamental sobre o homem e o mundo. Cativou tanto a imaginação dos arquitetos renascentistas que o treinamento em desenho geométrico tornou-se pré-requisito para seguir na profissão (KALAY, 2004)

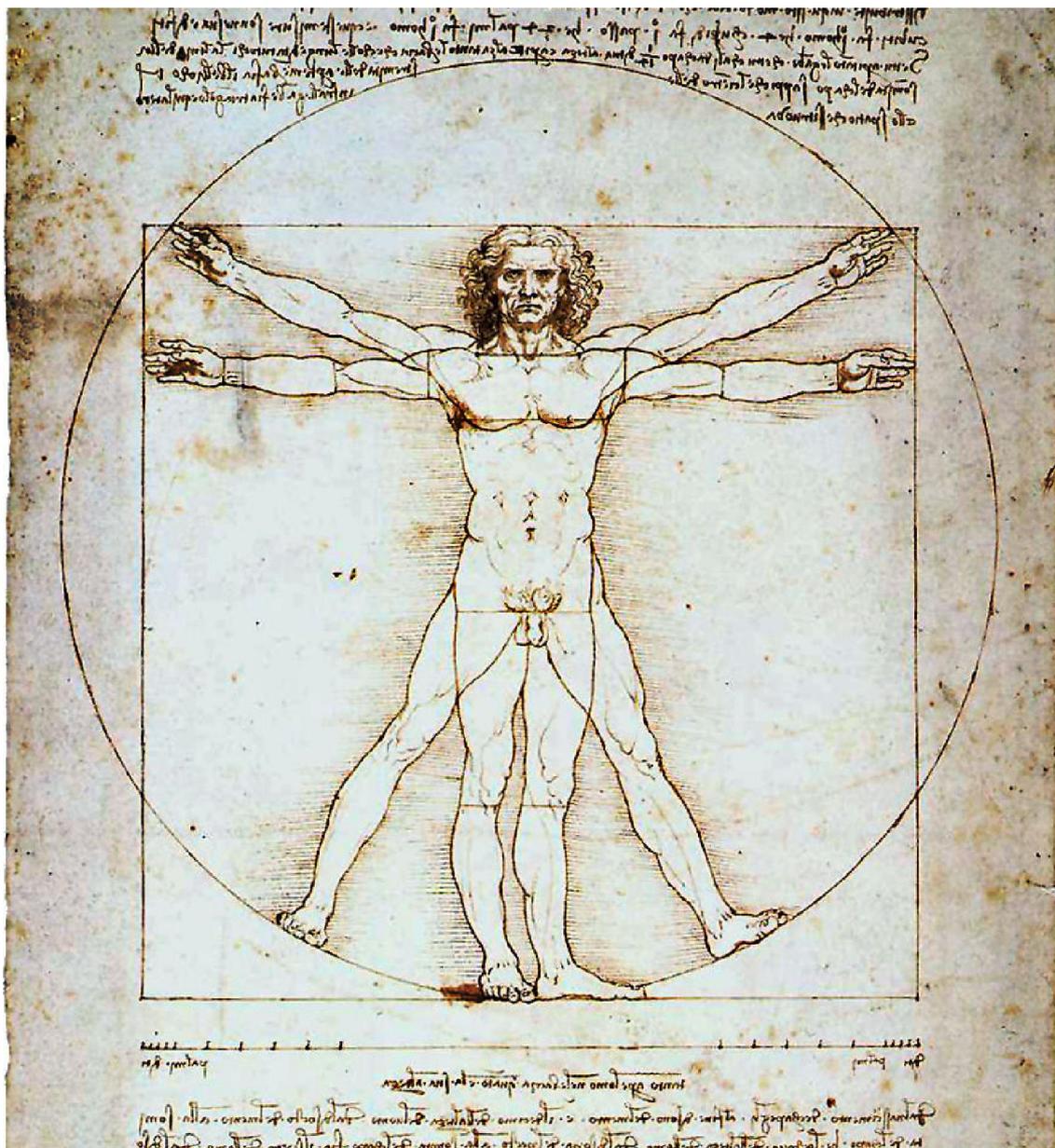


Figura 15 - O homem vitruviano de Leonardo da Vinci (1490) - Fonte: <http://en.wikipedia.org>

As ferramentas utilizadas por arquitetos para auxiliá-los, a fim de determinar as relações geométricas, foram, inicialmente, o compasso e a régua. Tais arquitetos desenvolveram métodos engenhosos (que hoje chamamos de algoritmos) para *aquadradar* o círculo (ou seja, encontrar um quadrado no qual a área fosse exatamente a área de um determinado círculo); outros métodos para calcular a dimensão “adequada” de um espaço, dando-se

sua largura (o método *ad quadratum*); e a calcular a seção áurea (a mais “bonita” forma geométrica) (KALAY, 2004).

A computação serviu muito no auxílio do desenho de plantas e elevações dos prédios e como forma de comunicação desses desenhos, que são representações abstratas, ao cliente, formalizando uma maneira gráfica. Ainda assim, o maior impacto nas construções ocorreu no século dezoito, com o advento da ciência dos materiais – principalmente a teoria da elasticidade e das estruturas (KALAY, 2004).



**Figura 16 - Frank Lloyd Wright trabalhando com seu aparato instrumental. Fotografia de Circa em 1924 - Fonte: <http://www.steinerag.com>**

A partir do exposto, pode-se então afirmar que a utilização dos mais diversos meios de auxílio projetual pode ser considerada, na maior parte das vezes, formas de computação e a inserção de uma nova ferramenta de computação (no nosso caso o computador tal qual o conhecemos atualmente) deve ser interpretada como o caminho natural de uma profissão que sempre buscou desenvolver e utilizar-se de meios de assistência ao projeto.

### 3.1.1. O primeiro papel das ferramentas digitais no projeto

Em 1963, Ivan Sutherland, como parte de sua tese de doutorado no MIT (Massachusetts Institute of Technology), desenvolveu um modo de integrar o projeto e um programa de análise. Sutherland e seu orientador, Steven Coons, conceberam o conceito moderno de projeto assistido por computador (CAD) e as primeiras ferramentas para implementar esse sistema (KALAY, 2004).



Figura 17 - Ivan Sutherland e o Sketchpad (1963) Fonte: <http://www.danieldavis.com>

O interesse no uso de computador no projeto de arquitetura cresceu a partir da tese de Sutherland e passou a receber considerável atenção em 1964, com a publicação de Christopher Alexander's de seu livro *Notes on the Synthesis of Form*. Neste o autor descreve uma forma de utilização do computador com um método de projeto arquitetônico sistematizado (KALAY, 2004).

Apesar destas experiências iniciais, os primeiros sistemas de computador voltados para a arquitetura começaram a aparecer somente no início dos anos 1970. Perry Dean & Stuart em Boston usaram uma combinação de um computador PDP-15, uma impressora Gould 4800, um monitor e tablet da Computek para rodar um conjunto de programas desenvolvidos pela Design Systems. Este possuía uma base de dados de espaços, chamados Compugraph, os quais incluíam suas dimensões solicitadas, altura de pé-direito e custo por pé quadrado. (KALAY, 2004).

O avanço no desenvolvimento de projeto assistido por computador na década de 1970 tomou dois rumos diferentes: um rumo de modelagem geométrica e outro rumo mais ligado à sistematização da construção civil, direcionado a dar suporte às necessidades da indústria da construção (KALAY, 2004).

Essas primeiras formas de desenvolvimento dos sistemas computacionais de suporte ao projeto e de auxílio à construção tiveram origem nos departamentos de arquitetura das universidades americanas. Eles abordavam o problema a partir de um ponto de vista de *projeto arquitetônico intuitivo*, ao invés de ser a partir de uma visão da ciência da computação (KALAY, 2004).

No fim da década de 1970, começaram a ser desenvolvidos os primeiros aplicativos para representação gráfica, a versão 1.0 do AutoCAD foi lançada em novembro de 1982. Inicialmente, esses programas eram altamente especializados, difíceis de usar, "desajeitados" e de resultados muito limitados. Ainda assim, estes *softwares* representaram formalmente uma transferência da condição e característica de desenvolvimento da arquitetura, passando do meio físico (papel) para o virtual (meio computacional), no qual linhas retas são desenhadas usando-se um comando ou por indicação da posição de dois pontos, inicialmente pontos em um plano infinito, e, posteriormente com a evolução dos programas, em um espaço infinito com três coordenadas (x, y e z) (HERNÁNDEZ, 2011).



Figura 18 - Primeira versão do Autocad (1982) Fonte: <http://www.wired.com>

A criação do primeiro computador pessoal da IBM (o IBM PC) - primeira máquina a entrar mais incisivamente nos escritórios de arquitetura - e o crescimento da Macintosh no mercado encorajaram companhias a desenvolverem programas de foco profissional de auxílio de projeto. Novas companhias, ou divisões gráficas de companhias de *softwares* e *hardwares*, começaram a escrever programas com a intenção explícita de dar suporte ao desenho arquitetônico. Entre essas companhias estavam AutoDesk, VersaCad, Summagraphics e Microstation. Essa foi considerada a segunda geração de softwares CAD, a qual deixou de lado a pretensão da primeira e voltou-se para o aspecto técnico do projeto: a representação gráfica.

Paradoxalmente, esta segunda geração de programas CAD tinha softwares que eram menos capazes como auxiliares de projeto do que os da geração anterior, apesar de serem melhores nos aspectos gráficos. De fato, enquanto a primeira geração tinha softwares que foram apresentados como “sistemas de projeto de edificação”, a segunda popularizou-se com programas de desenho e modelagem. Ou seja, a intenção dos desenvolvedores de sistemas CAD passou a ser de uma ferramenta sem intenção de auxílio ao projeto, mas que simplesmente substituísse a prancheta como forma de desenho técnico (KALAY, 2004).

Esse decaimento dos programas de auxílio ao projeto aconteceu enquanto outras disciplinas – ressaltando-se a indústria eletrônica – estavam fazendo seus próprios programas CAD mais inteligentes. O principal motivo dessa simplificação era de ordem econômica: conseguir que os sistemas CAD pudessem estar disponíveis para o maior número de clientes possível. Isso levou a uma simplificação dos programas e causou um efeito negativo no uso do CAD na profissão, estabelecendo uma concepção simplista e banal de suas funções e forma de interação com os arquitetos, grandes possibilidades foram ignoradas pelo desconhecimento das bases teóricas destes sistemas (MITCHELL, 1990).

As gerações posteriores de sistemas CAD foram tantas que não é profícuo descrevê-las, suas premissas e sua evolução. De uma forma geral, a partir da metade da década de 1990, os softwares voltaram a focar-se no objeto arquitetônico, pretendendo auxiliar no projeto e não meramente na representação da edificação.

Com relação à utilização das ferramentas digitais pelos arquitetos, assistimos, desde o fim da década de 1990, a um crescimento exponencial do uso da representação gráfica digital no meio profissional e acadêmico da arquitetura. A popularização da informática deu-se gradualmente com a disseminação dos computadores pessoais (PC) e com a evolução dos programas CAD - como visto anteriormente. A inserção do meio digital ocorreu primeiramente como ferramenta de desenho técnico, ou seja, o primeiro e mais óbvio uso do computador no processo de projeto foi de instrumentalização do processo de representação gráfica, funcionando – da forma que ainda funciona e muito nos dias de hoje – como amplificador da capacidade do projetista, tornando a execução de algumas tarefas específicas mais eficientes, precisas e confiáveis (KALAY, 2004).

Essa nova forma de se gerar documentos gráficos, a qual imitava o trabalho feito anteriormente à mão, veio trazer um enorme avanço no jeito de representar a arquitetura, fundamentalmente devido à velocidade com que os parâmetros geométricos podiam ser introduzidos no diagrama. Essa execução

rápida foi determinada pelos comandos de modificação, originalmente conhecidos como comandos de edição, antes da invenção do Windows. Tais comandos podiam ser usados para copiar, recortar, colar, usar blocos e um grande número de novos comandos, todos voltados a rotinas de trabalho de representação. Em resumo, isso levou a uma mudança de meio projetual, porém se utilizando dos mesmos conceitos geométricos.

Naturalmente, como ocorre com qualquer novidade que demanda mudanças para ser utilizada, existiram defensores e críticos da elaboração de projetos em meio digital. Os que se colocavam contra, argumentavam que as novas técnicas não podiam reproduzir fielmente o desenho feito no meio físico (o papel) e salientavam a falta de expressividade nos diagramas gerados pelos programas CAD. No entanto, a ferramenta fez tanto sucesso que nos últimos 20 anos a utilização de canetas a nanquim praticamente desapareceu dos escritórios de arquitetura (RIBEIRO, 2003).

Voltando-se à questão da utilização das ferramentas digitais, a complexidade de utilização dos sistemas CAD levou ao aparecimento de um novo personagem na representação gráfica dos projetos arquitetônicos, o *cadista*, desenhista especialista em computação. Este iria, em um grau maior ou menor, estar envolvido com essa ferramenta tecnológica graças ao seu conhecimento de funcionamento do computador, mesmo sem saber os fundamentos gráficos e de projeto arquitetônico.

O processo de documentação de um projeto começava com o arquiteto desenvolvendo o mesmo de maneira tradicional. Então, ele era transferido para o CAD e finalmente os dados do projeto eram passados externamente ou internamente para a renderização; estas tarefas finais iriam, de forma usual, serem desenvolvidas não pelos arquitetos, mas por outros profissionais, baseando-se na crença de que o uso dessas ferramentas iria limitar sua criatividade como arquitetos (HERNÁNDEZ, 2011).

Evidentemente que a necessidade de inserção de um novo profissional no processo projetual - não arquiteto em muitas vezes - trouxe a impressão, para muitos, de que o computador não passaria exclusivamente de mais uma

ferramenta de representação gráfica. Os benefícios das ferramentas digitais ao processo de projeto não podem se dar sob essa condição, pois assim o processo fica fragmentado.

A partir do ano 2000, começam a surgir novos softwares - SketchUp é o mais conhecido - que incorporaram arquitetos na equipe de desenvolvimento dos mesmos, recuperando para arquitetos o histórico desenvolvimento das ferramentas de projeto e representação na arquitetura. Com esse tipo de software, as reais vantagens do uso do computador começaram a aparecer na medida em que o arquiteto dominou a ferramenta e pode passar a incorporá-la em todas as etapas de projeto.

### 3.1.2. Instrumentos mediadores na arquitetura

Podemos dizer que, desde o Renascimento, estabeleceu-se na profissão do arquiteto a necessidade da utilização de instrumentos mediadores. Isso porque o arquiteto deixou o canteiro de obras do seu acompanhamento contínuo e passou a utilizar-se de ferramentas que transmitissem a informação necessária para a construção das edificações. Pode-se afirmar que na arquitetura os instrumentos mediadores são aqueles que servem como meio de representação e comunicação do projeto. Analisar essas tecnologias de representação e comunicação pode habilitar-nos a compreender as formas de inter-relação entre o projetista e o problema (RIBEIRO, 2003).

O principal instrumento mediador, até hoje o mais usado durante o processo de projeto, tem sido o desenho. Com características variáveis – como, por exemplo, o nível de detalhamento, de acordo com a fase de desenvolvimento – essa forma de representação é usada tanto para registro e documentação quanto como forma de comunicação da proposta. Assim sendo, coloca-se como instrumento mediador do arquiteto com a ideia e entre os membros da equipe de projeto, se for o caso (RIBEIRO, 2003).

O desenvolvimento da informática e das tecnologias de computação gráfica, ocorridos a partir da metade do século XX e, principalmente, depois da década de 1980, disponibilizaram aos projetistas ferramentas que apresentam sofisticados recursos de edição, manipulação, armazenamento, visualização e troca de informações gráficas, de forma nunca antes vista. Concomitantemente, a comunicação através das redes de computadores também tem influenciado a atividade projetual, especialmente pela agilidade de troca de grandes quantidades de informação e pela facilidade de acesso ao conhecimento (KALAY, 2004).

Até o aparecimento e disseminação das novas tecnologias, o processo de projeto arquitetônico utilizava-se majoritariamente de três técnicas: esboços e croquis, perspectiva exata e desenhos técnicos ortográficos.

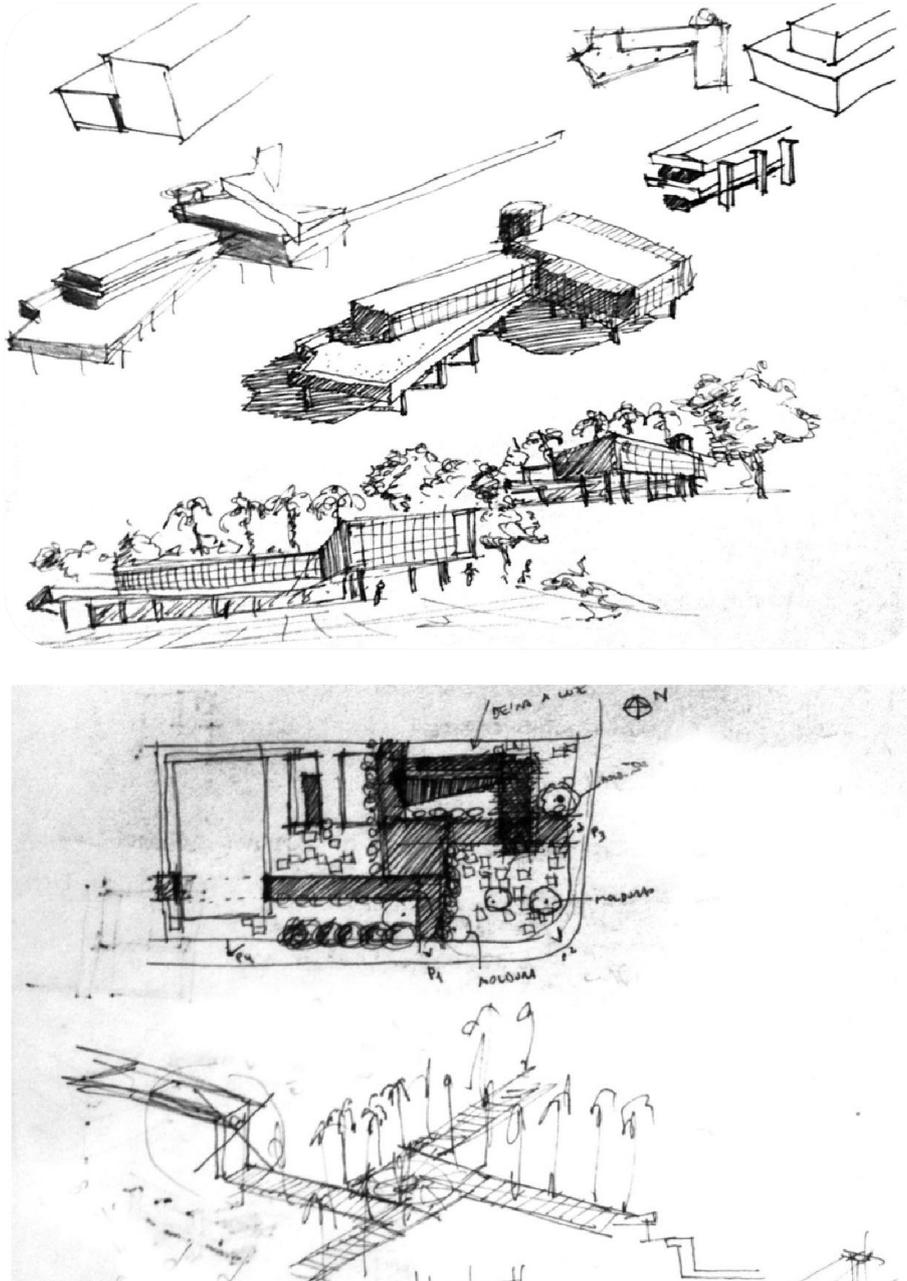
A computação gráfica disponibilizou novos recursos ao processo de projeto, dentre estes, as ferramentas CAD são as mais conhecidas e utilizadas. Estas podem ser entendidas como programas aplicados no desenvolvimento e representação de projetos. Podemos estabelecer duas categorias para esse tipo de ferramenta: as genéricas e as dedicadas. As primeiras, são os editores de desenho e modelagem que são aplicáveis a diversas áreas de atuação como design, engenharia e arquitetura. Já os programas CAD dedicados, constituem-se em ferramentas de uso específico para determinada atividade (RIBEIRO, 2003).

Dentro da arquitetura, podemos distinguir dois tipos de programas dedicados: aqueles voltados ao desenvolvimento do projeto e sua representação e aqueles destinados à avaliação de características físicas do projeto como iluminação, insolação, ventilação, etc.. Os dois tipos de programas podem ser considerados simuladores já que permitem a verificação do projeto e experimentação das soluções propostas (sejam elas espaciais, estéticas ou técnicas) (RIBEIRO, 2003).

A utilização de programas dedicados tende a facilitar a elaboração de modelos tridimensionais, os quais utilizam tecnologia baseada na orientação ao objeto (paredes, esquadrias, estrutura, coberturas, etc.), permitindo uma construção virtual relativamente rápida. Porém, tanto os programas dedicados quanto os genéricos, podem contribuir significativamente na composição e na definição volumétrica da proposta. Tais programas possibilitam uma visualização dos modelos de diferentes maneiras, funcionando como uma mescla de formas de representação, ou seja, perspectiva (com alteração do ponto de vista de forma rápida e fácil) e desenho ortográfico (planta e elevações) (RIBEIRO, 2003).

Atualmente, o computador coloca-se como principal instrumento mediador, na medida em que, cada vez mais, serve como meio de desenvolvimento do projeto, expressão de ideias iniciais, representação gráfica e verificação do projeto. Das três técnicas tradicionais de desenvolvimento do projeto anteriormente citadas, a perspectiva exata e os desenhos técnicos

ortográficos são hoje completamente desenvolvidos digitalmente na quase totalidade de escritórios do mundo todo. Esboços e croquis ainda aparecem utilizando-se do meio tradicional de desenho, mas já dividem espaço com os "croquis digitais" - formas geométricas simples que testam hipóteses de projeto rapidamente através de volumes tridimensionais básicos que são facilmente editáveis.



**Figura 19 - O desenho como instrumento mediador, serve tanto para comunicação do projeto para um terceiro como para o próprio projetista. Primeiros estudos para o projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor**

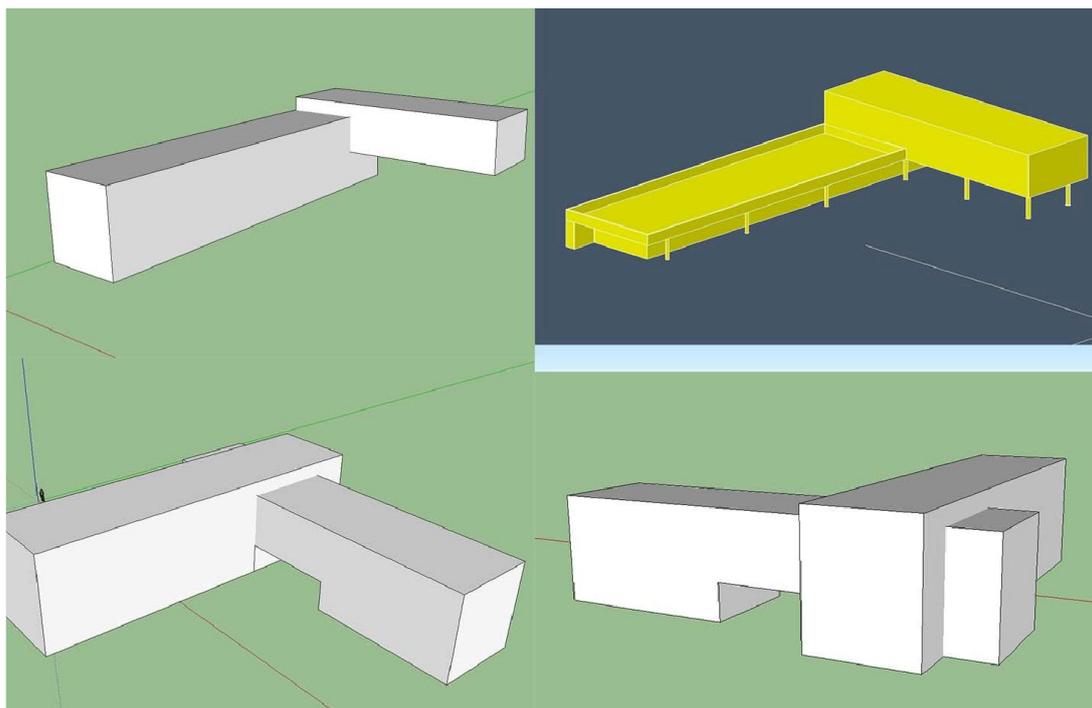


Figura 20 - Os "croquis digitais" servem para testar hipóteses de projeto, o computador como novo instrumento mediador. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPARG-UFRRGS. Fonte: autor

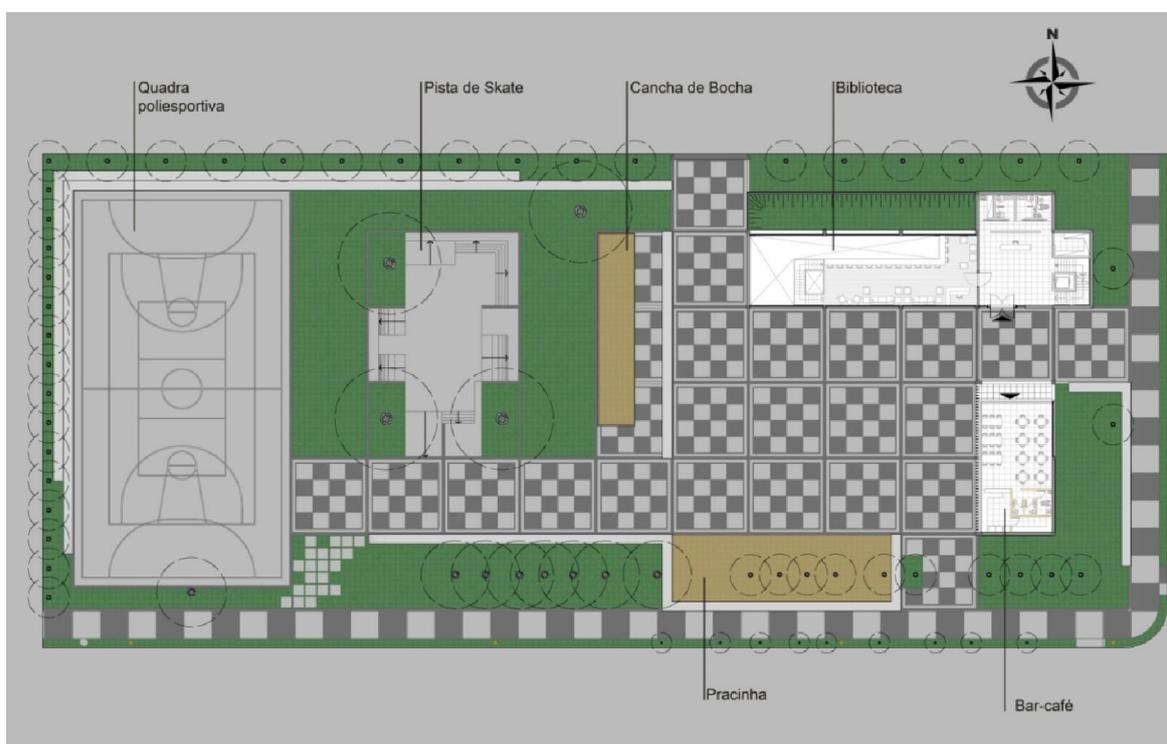


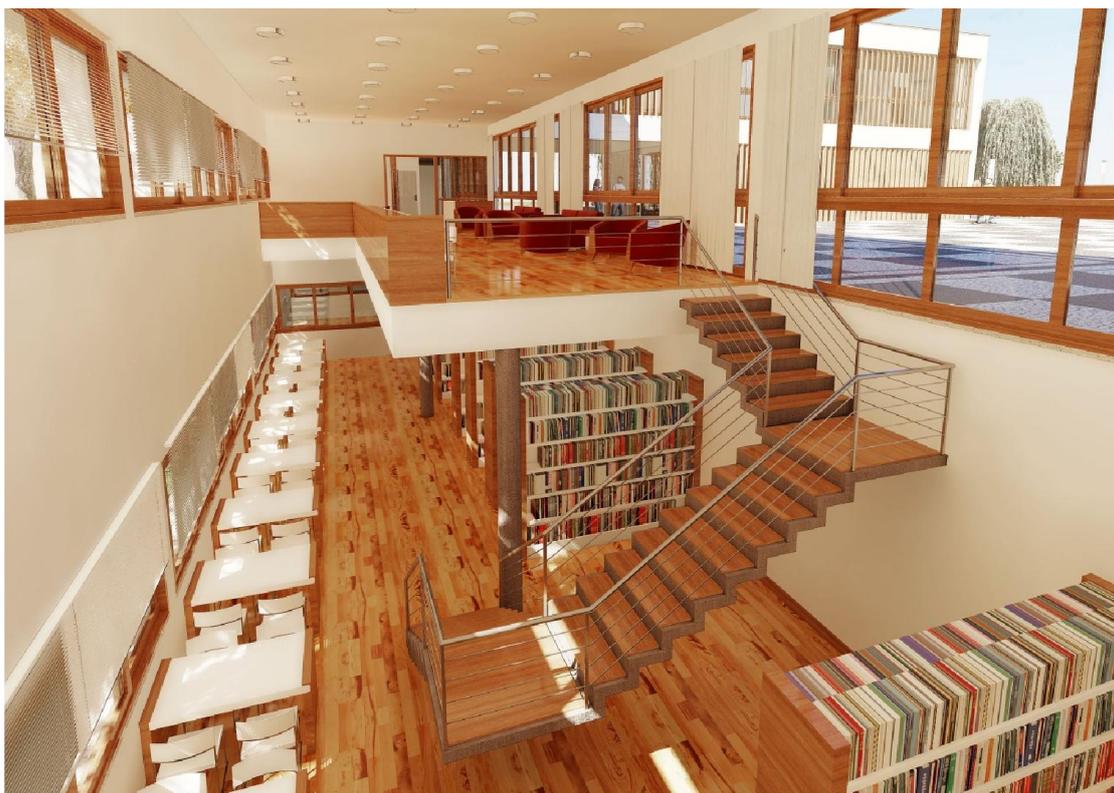
Figura 21 - O desenho em meio digital, o novo instrumento de mediação. Planta baixa - Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPARG-UFRRGS. Fonte: autor



Figura 22 - Inserção do modelo tridimensional em foto aérea. A modelagem como instrumento mediador e simulador de uma (possível) realidade futura. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPARG-UFRRGS. Fonte: autor



Figura 23 - Imagem da praça e da edificação. O computador possibilitando a criação de todo o conjunto - edificação e entorno. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPARG-UFRRGS. Fonte: autor



**Figura 24 - Imagem interna, a simulação do interior e de sua relação com o exterior. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor**



**Figura 25 - Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor**

### 3.1.3. A visualização e sua importância na arquitetura

É evidente a vinculação da evolução da informática e seu uso na arquitetura - seja como ferramenta de desenho (bi ou tridimensional), seja como ferramenta de projeto – e o aumento na capacidade de representação gráfica do projeto arquitetônico. Mesmo no início do desenvolvimento de *softwares* que auxiliassem o processo projetual, já se conectava a necessidade visual de domínio desses programas.

A visualização, no contexto dos programas CAD, refere-se ao processo de converterem-se estruturas de dados que abrangem o modelo geométrico de um objeto em uma forma gráfica que possa ser exibida na tela de um computador ou impressa em papel (KALAY, 2004).

A importância da visualização como forma de comunicação vem de nossa constituição fisiológica: a maioria de nossa comunicação interna (conhecida como ideação) e externa (percebendo informações geradas externamente) é relacionada ao funcionamento dos olhos, ao olhar (KALAY, 2004).

Sobre essa ótica, a visão, mais do que qualquer outro sentido, domina a arquitetura como arte. Ela possibilita ao ser humano perceber o espaço, as relações entre diferentes partes de uma edificação, escalas relativas e distâncias. Isso explica porque avanços nos programas de auxílio ao projeto ou desenho têm estado tão intimamente ligados aos avanços na visualização computacional. A formação dos arquitetos os leva a serem capazes de interpretar informações visuais, mesmo sendo estas incompletas ou imperfeitas. Os arquitetos podem “ver” volumes tridimensionais representados por desenhos bidimensionais, entender curvaturas e discernir pequenas variações de sombreamento. Por conseguinte, a visualização auxiliada por computador teve que alcançar um nível relativamente avançado de desenvolvimento antes de se tornar uma ferramenta para a profissão. (KALAY, 2004).

A finalidade da computação gráfica é de produzir imagens que satisfaçam as expectativas do nosso sistema visual, desta forma enganando este, de modo a fazê-lo “ver” objetos quando de fato está somente olhando uma representação gráfica de símbolos matemáticos (KALAY, 2004).

Diferentemente da pintura e da representação por meio de desenhos realísticos, a fonte da imagem na computação gráfica é uma estrutura de dados abstrata, em vez de pintura física ou traços de grafite em uma tela. Portanto, a imagem que um computador apresenta ao sistema visual humano é desprovida dos ricos fenômenos naturais de reflexão da luz de um objeto físico, e deve, então, prover substitutos adequados para compensar estes. Este é o papel dos diversos componentes que fazem parte da corrente de transformação de visualização – da abstração computacional às imagens realísticas. (KALAY, 2004).

É interessante notar que transpondo as questões técnicas que envolvem a criação dos modelos tridimensionais que gerarão as imagens, que de certa forma iludirão nosso sistema de visualização, Helio Piñon anotou que o desenvolvimento desses modelos e dessas imagens – utilizando para isso os fragmentos das nossas consciências visuais – integra todas as características da arquitetura: partindo de sua concepção até a experiência da construção, da obra.

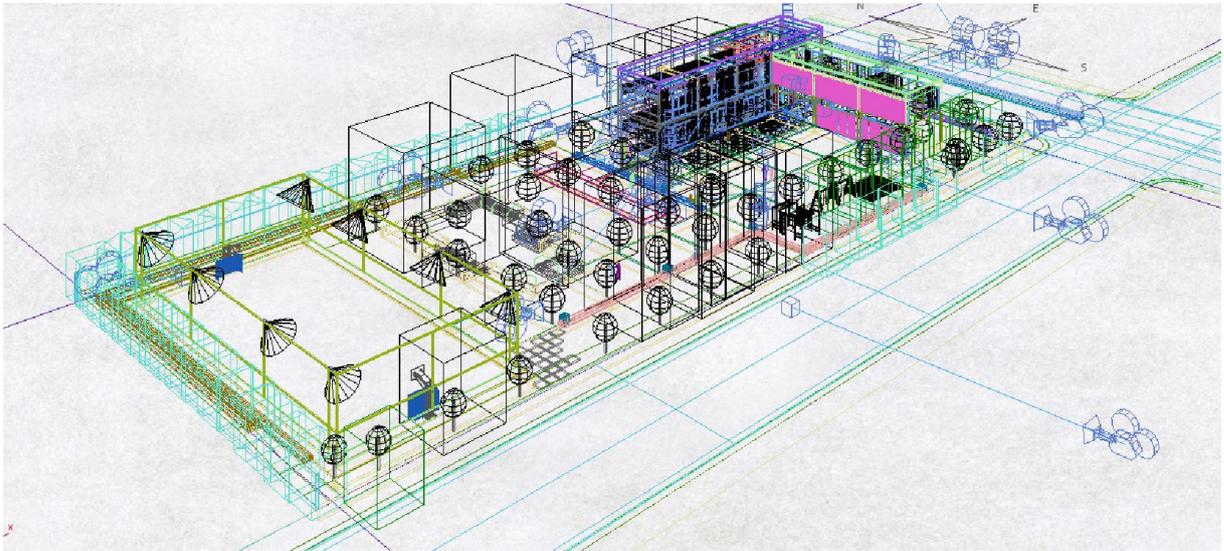
A posição do observador (ponto de vista), enquadramento da imagem, a escolha das texturas e materiais, a iluminação e cores são valores da arquitetura que, segundo Piñon, a imagem tridimensional permite controlar a partir do projeto (PIÑON, 2006).

A partir da visualização podemos começar a desenvolver a capacidade de observação, que Piñon define como mirada. Para este a capacidade de juízo em arquitetura - seja no momento de desenvolvimento do projeto, seja avaliando uma edificação já construída - "exige reconhecer a ordem com a mirada e identificar os valores do objeto em um âmbito estético" (PIÑON, 2006).

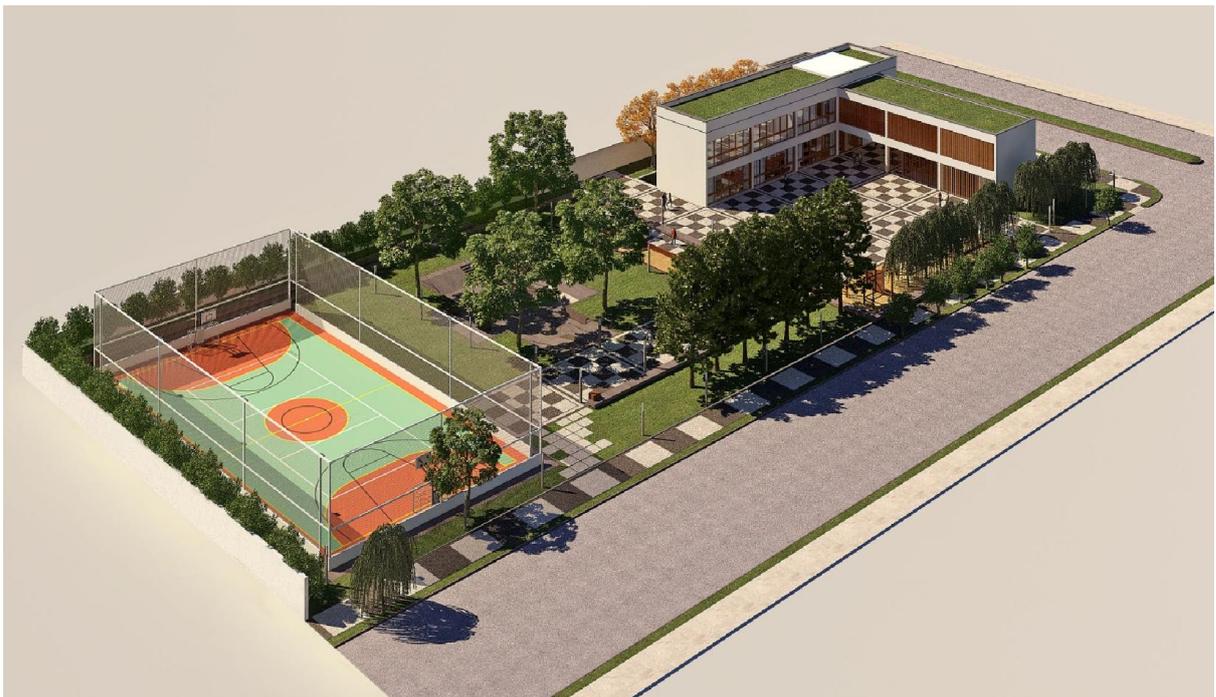
A competência para julgar obras de arquitetura, dado por certo que as faculdades inatas se acham em bom estado [...], é adquirido julgando: do mesmo modo que só se aprende a andar de bicicleta tentando insistentemente, a capacidade de reconhecer a forma de adquire pelo empenho em reconhecer os valores em que se apóia o reconhecimento de certas arquiteturas indiscutíveis, não estudando um manual ou cursando todos os cursos de especialização em teoria que se apresentem.

No âmbito da arquitetura [...] a prática se adquire com o hábito de mirar intensamente, isto é, tratar de identificar os valores e critérios formais em que se baseia o objeto, além dos aspectos mais imediatos da sua presença.

O declínio da visualidade - isto é, perda de relevância da visão como elemento de juízo - é um dos fatores determinantes da decadência da arquitetura que assistimos há algumas décadas: ninguém confia na mirada, porque foram educados para confiar tão somente na razão. (PIÑON, 2006, página 84)



**Figura 26 - O computador trabalha com uma série de dados abstratos estruturados a fim de definir formas geométricas. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor**



**Figura 27 - A finalidade da computação gráfica é de produzir imagens que satisfaçam as expectativas do nosso sistema visual. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor**

### 3.2. O processo de projeto e o computador

Este capítulo pretende elucidar o processo de projeto com a utilização de ferramentas digitais. Nele, exploraremos uma possível substituição da prancheta pelo computador. Porém esta troca não é defendida aqui, mas serve para fundamentar uma ideia do computador como ferramenta de projeto que pode inserir-se em todas as etapas do mesmo.

Primeiramente, vamos estabelecer, sob a ótica de Alfonso Corona Martinez, o que é o projeto e como ele se dá através dos meios tradicionais. A partir de uma visão clara sobre o projeto, passamos a explorar as formas de inserção do computador, porém respeitando as bases fundamentais do processo de projeto.

Segundo Martinez (2001), no seu livro *Ensaio sobre o projeto*, o resultado do processo projetual é a **descrição de um objeto** através de meios analógicos, desenhos e maquetes, sendo estes acompanhados de informações escritas a respeito das propriedades dos materiais propostos para a construção. O processo de projeto acontece por meio de sucessivas representações da “coisa inexistente”, em uma linguagem imprecisa *parecida* com a linguagem das representações definitivas (MARTINEZ, 2000).

O processo de projeto resulta na produção de uma série de representações e especificações que, em conjunto, possibilitam a construção do objeto representado. As formas de representação e especificação variam no tempo e entre os meios culturais, todavia estão ligadas a dois fatores: o primeiro é a separação entre o projetista e o construtor – que acontece desde o século XV com o Renascimento. Esta separação levou à necessidade de se comunicar as ideias dos primeiros em linguagem compreensível aos segundos; o segundo fator é a complexidade do objeto projetado em comparação com projetos existentes da mesma classe, ou seja, a relação a um “tipo” conhecido (MARTINEZ, 2000).

O resultado final do processo, o projeto em si, corresponde à documentação que orientará a construção. É natural aceitar-se que a idealização do projeto avança do geral para o específico. Parte-se de ideias esquemáticas e hipóteses sobre a forma da edificação, avançando progressivamente no estudo das disposições construtivas e detalhes, até finalmente alcançar a precisão do projeto (MARTINEZ, 2000).

Essa evolução vem de tentativas de representação que têm a finalidade de dar solução tridimensional a uma ou mais partes do problema, de acordo com o entendimento do projetista no início dessa representação. Como resultado, cada tentativa do projetista faz com que sua percepção do problema evolua. A produção dessas representações:

[...] resulta em gráficos nos quais o projetista /ê mais informação do que introduziu. Esta nova informação refere-se a relações espaciais possíveis, a compatibilidades e a incompatibilidades entre soluções parciais e a novas sugestões de formas. (MARTINEZ, 2000, página 37)

Entretanto, esta separação, citada na introdução e agora novamente, entre a concepção do edifício e a sua construção, não veio sem penalidades. Os desenhos - produto do trabalho do arquiteto - são meios diferentes daquilo que representam - a edificação (KALAY, 2004).

A fim de compensar essa deficiência, os arquitetos passaram a adotar um processo de projeto onde possam assegurar que suas propostas projetuais alcancem os objetivos, respeitando suas restrições e diminuindo a quantidade de desacertos. Esse processo foi formalizado recentemente, na década de 1960, porém é utilizado na prática da profissão há centenas de anos. Ele consiste em quatro fases interligadas (e encontram correspondência no discurso de Martinez), quais sejam:

1. A análise do problema - é a fase na qual se tenta identificar todos os elementos do problema;

2. Síntese da solução - é a fase de proposição de ideias e possíveis soluções;

3. A verificação - é a fase de análise das proposições de acordo com as metas, restrições e expectativas;

4. A comunicação - é a fase de transmissão do resultado proposto, que permite que todos os participantes do processo de projeto sejam informados da evolução das metas e soluções, para ajudar a gerar soluções e verificá-las (KALAY, 2004).

William Mitchell, que investigou aplicações computadorizadas dentro do ambiente projetual arquitetônico, afirma que é fundamental o entendimento desse processo tradicional de projeto na arquitetura para o entendimento de suas transposições para o campo digital. O mesmo alinha-se com a visão de Martinez, de que em um desenvolvimento de projeto tradicional, croquis de representação dos volumes são refinados pela inserção ou remoção de linhas e traços, espessamento das linhas, preenchimento de áreas, definindo espaços ou superfícies em destaque. Esse processo envolve a confirmação de visualizações possíveis e o descarte de outras.

Para Mitchell, é assim que o projetista elabora composições: “copiando, transformando e combinando formas. Alternativas compositivas podem ser produzidas pela escolha de diferentes vocabulários de elementos por instanciação e aplicando diversas seqüências de transformação e operações de combinação” (MITCHELL *apud* VINCENT).

Programas CAD que utilizam modeladores sólidos conseguem adequar-se a essa forma de desenvolvimento de volumes e formas, pois possibilitam a utilização de formas primitivas para tais combinações. Tais operações são ditas *booleanas*, sendo elas: adição, subtração e intersecção de sólidos ou regiões planas.

Criado um modelo sólido tridimensional (ou vários) para um projeto, a manipulação deste pode seguir o mesmo processo implícito nos croquis. A composição pode ser transformada alterando-se a forma, posição e escala de

um ou mais sólidos. Os modelos tridimensionais podem ser usados para representação de volumes completos em uma construção, possibilitando representar as massas da construção – alvenarias, lajes, colunas e vigas – e também “espaços” ou limites geométricos, como a forma máxima do volume da edificação, obedecendo-se os recuos legais, volume livre para insolação e estudo de sombra. (VINCENT, 2002).

Esse processo de modelagem tridimensional tem um paralelo na geometria projetiva tradicional. Tanto que seu uso necessita do conhecimento prático da geometria tradicional (VINCENT, 2002). Por sinal, esse ponto é fundamental para entender o sucesso de programas como SketchUp entre arquitetos e outros profissionais que lidem com os planos cartesianos, enquanto que para usuários sem domínio do desenho geométrico ele mais apresente-se como um programa que tende ao abstracionismo e de difícil compreensão.

A evolução de um projeto desenvolvido no computador é, em muitos casos, similar ao de um projeto desenvolvido na prancheta. Um projeto pode, por exemplo, começar como uma coleção de croquis bastante imprecisos em um formato de imagem digital - feitos a partir de mesas de digitalização ou *tablets* como o iPad. A partir das primeiras hipóteses de projeto, alguns desenhos bidimensionais podem ser desenvolvidos a fim de fixar ideias chave - tais como plantas e cortes esquemáticos. Subsequentemente - ou até mesmo concomitantemente - modelos tridimensionais resolvem a geometria da proposta (em alguns casos, tendo o projetista experiência e domínio das ferramentas digitais de forma que estas possam exprimir suas intenções sem limitações, as primeiras hipóteses podem ser em forma tridimensional). Passadas estas fases, volta-se ao desenvolvimento do seu modelo mais detalhado para a produção de perspectivas. O projeto torna-se então compreensível, com uma base de dados consistente e capaz de prover com informações os mais variados passos seguintes, desde cálculos estruturais até a análise de custos. (MITCHELL *apud* VINCENT).

A descrição que vemos acima é a própria descrição do desenvolvimento do projeto “na prancheta”. Há um refinamento progressivo das idéias, acompanhado por um aumento da precisão da representação gráfica e quantitativa das ideias (VINCENT, 2002). Quanto à descrição "tradicional" do projeto, similarmente ao citado acima, Alfonso Corona Martinez afirma que:

O projetista inventa o objeto no ato mesmo de representá-lo. Isto é, desenha um objeto inexistente, cada vez com maior precisão [...]. Esse progresso no conhecimento do objeto futuro é correlato às etapas que se encontram no processo projetual, etapas estas que, para uma definição do trabalho profissional em nosso meio, são as seguintes: a) croquis preliminares, b) anteprojetos e c) projeto.

Este grau final corresponde à preparação dos documentos aptos para orientar a construção. Como se percebe, aceitamos que o processo de idealização avança do geral para o particular, desde a definição de ideias esquemáticas sobre a forma do edifício, passando por um estudo progressivo das configurações, das disposições construtivas e dos detalhes até alcançar a precisão do 'projeto'. (MARTINEZ, 2000, página 13)

Porém, no computador a precisão é um *dado de saída*, de forma que, se esta aparecer logo no início, tende a perturbar o processo de livre associação que geralmente acontece nas primeiras fases do projeto. Assim sendo, a precisão dos modelos obtidos no CAD passa a ser o maior problema na utilização do computador desde as primeiras fases do projeto, devido à incompatibilidade entre a precisão da representação e o propósito que assumem as primeiras propostas projetuais. Entretanto, adotando-se métodos cíclicos no desenvolvimento do projeto, onde os avanços não são lineares, o teste de hipóteses funcionais, em termos de suas consequências tridimensionais, pode ser muito acelerado com a modelagem sendo inserida logo no início do processo (VINCENT, 2002).

Por outro lado, ainda que tais considerações de Vincent permaneçam válidas, a evolução de programas como o SketchUp busca dirimir a necessidade de precisão absoluta na construção de modelos digitais. Então,

mesmo que o conjunto de dados utilizados pelo computador seja preciso em sua construção lógica, o manipulador do modelo pode, quando inserindo informações, trabalhar de forma menos burocrática, diferentemente do que ocorre em softwares desenvolvidos a mais tempo, como o AutoCad.

Alan Bridges, quando analisa o problema da elaboração de um método de projeto, identifica como principal obstáculo para isso, a necessidade de se estabelecer um sistema de valoração das soluções que este dado método encontra.

Com a utilização de programas CAD, esse problema torna-se complexo, pois os processos de valoração e realimentação do processo de projeto devem ser delineados em termos claros e transpostos para os programas de forma a possibilitar e incrementar essas mesmas análises valorativas. A utilidade dos computadores no processo de projeto deve ser entendida além dos dados numéricos e geométricos puramente. Esses dados devem ser considerados como sintaxe de projeto e também é necessário incluir a “semântica daquela informação”. (BRIDGES *apud* VINCENT, 2002).

Bridges sugere, analisando os “processos de solução de problemas” no projeto, que o método de projeto seja de *simulação e verificação*. Nesse caso, alguns processos de quantificação presentes em diversos programas CAD já trazem incluídos critérios de valoração da arquitetura projetada - como no caso do projeto de escadarias onde o programa é capaz de analisar e até mesmo auxiliar o projeto da mesma.

Diversas fases, principalmente as de análise do processo de projeto arquitetônico, permitem uma abordagem computacional (e podem mesmo chegar a exigir). Podem-se citar como exemplos os diagramas de circulação, tempo de permanência nos ambientes, quantificação do grau de privacidade dos espaços, entre outras (VINCENT, 2002).

Vincent afirma que, para fins de averiguação ou eficiência no processo projetual, as maiores dificuldades surgem na transposição de conceitos diagramáticos para ideias formais. Durante a representação diagramática as

necessidades e usos para os espaços, escala dos ambientes e do lugar, qualidades materiais, visuais e outras questões, são relegadas a uma avaliação **não visual**.

A passagem do trabalho diagramático para a planta implica em um entendimento do resultado formal tridimensional da mesma planta. O diagrama pode admitir uma inúmera quantidade de arranjos formais, enquanto a planta já traz inclusa em si aspectos do que serão os volumes do projeto. Assim sendo, o diagrama é mais *livre* do que a planta. Essa liberdade designa um estado onde inúmeras relações formais ainda não estão estabelecidas e que, assim, o diagrama é um facilitador do potencial criativo do arquiteto – não um limitador (VINCENT, 2002).

A utilização de diagramas permite que se colem informações fundamentais para a concepção da edificação e as organizem como um todo, sem que haja restrições formais à solução.

A modelagem volumétrica (tridimensional no computador), acontecendo em paralelo com a elaboração das plantas, acelera a averiguação das possibilidades construtivas e volumétricas desta planta em desenvolvimento. A sequência de projeto que tradicionalmente é de:

**diagrama → plantas → cortes → modelos tridimensionais**

pode ser substituída pela sequência de:

**diagrama → desenhos construtivos → modelos tridimensionais**

Embora possa parecer uma mudança mínima, a implicação para a transposição diagrama/planta é imensa. Isso porque, como passa a ser relativamente fácil com o uso do computador criar modelos tridimensionais a partir das plantas, por mais esquemáticas que sejam, estes modelos podem substituir os tradicionais cortes esquemáticos e ainda possibilitam a elaboração de cortes analíticos para obtenção de perfis em verdadeira grandeza. (VINCENT, 2002).

A imediata possibilidade de estudo das relações formais derivadas de uma planta amplia a capacidade de análise no plano estético, além de antecipá-la.

Assim sendo, o papel do modelador tridimensional é de ferramenta instrumental. Sua capacidade de aceleração, a transposição de ideias conceituais para ideias forma traz repercussões que não podem ser deixadas de lado, assim como quando se adota qualquer nova ferramenta. Porém, sendo um facilitador capaz de acelerar o processo de produção formal, inadvertidamente pode funcionar como um “inibidor da crítica a essa mesma forma, pela aparência 'acabada' ou 'finalizada' que empresta a ela” (VINCENT, 2002).

Mas não se pode avaliar a ferramenta sem levar em conta o uso que se faz dela, deve-se mensurar seu uso criticamente.

A utilização do instrumental tecnológico computacional no ambiente de projeto leva-nos a admitir certos prejuízos no processo. Segundo Charles Vincent, esses prejuízos são de ordem intelectual e envolvem a perda de conhecimentos que hoje são considerados imprescindíveis para arquitetura.

Porém, a perda de certas capacidades profissionais pode não ser considerada uma novidade para a profissão dos arquitetos. O arquiteto não é mais um construtor como já observado, diferentemente dos Mestres de Ofício medievais; além disso, não domina o desenho como dominavam os colegas do passado e os cálculos avançados também saíram de seu domínio passando a engenheiros especialistas.

Discutida a utilização do computador no processo de projeto, passa-se a discutir, nos próximos parágrafos, as reais vantagens da utilização do computador no processo de projeto (ignorando-se a ideia de "ferramenta mágica" e "novo paradigma" exposto no primeiro capítulo).

A inserção das ferramentas digitais dar-se-á de quatro formas muito positivas, quando acertadamente exploradas por profissionais e estudantes, dentro da visão de produção de uma arquitetura silenciosa: auxílio de

concepção e verificação do projeto; modelo tridimensional que aborda, controla e domina todo o projeto; ferramenta que além de representar pode simular condições físicas e comportamentais do projeto e a possibilidade de se "projetar construindo".

### 3.2.1. O computador como ferramenta de concepção e verificação de projeto

A primeira forma de inserção do computador no meio projetual é a utilização do mesmo como ferramenta de concepção e verificação de projeto. Aqui se incluem a utilização de tal ferramenta nos detalhamentos de projeto, cálculos estruturais, cálculo de áreas, verificações físicas do projeto (como acústica, térmica e de iluminação), mas, principalmente - e que mais interessa nesse estudo - como ferramenta de verificação visual do projeto e de auxílio na concepção formal do mesmo. Helio Piñon aborda tal ponto no livro Teoria do Projeto:

Na atualidade, a arquitetura atual não pode se reduzir ao uso competente do sistema construtivo – material e formal – que deu lugar àquela arquitetura que, nos últimos anos cinquenta, culminou os princípios da modernidade, constituindo um autêntico Estilo Internacional. Isso não se deve ao fato de que os cinquenta anos que nos separam daquele episódio tenham contribuído para superá-lo, mas porque a perspectiva histórica e o progresso tecnológico criam condições distintas que incidem necessariamente no síntese através da forma. Desse modo – sem que isso suponha questionar em absoluto a vigência daquelas arquiteturas – o projeto se tornou hoje mais complexo e o juízo estético, uma atividade mais sutil e equívoca. O abandono da prática do projeto como comprovação de um preconceito literário requer uma maior capacidade de juízo, sem a segurança de um sistema universal e hegemônico: o computador, ao mesmo tempo em que oferece a um incompetente os meios para perverter definitivamente o projeto, proporciona os instrumentos para enfrentar a concepção e a verificação do projeto em condições inimagináveis até pouco tempo. (PIÑON, 2006, página 144)

Ou seja, o computador é um ótimo auxiliar na concepção de projetos voltados a uma síntese formal, cerne da questão projetual moderna. Afirma ainda Piñon que o desenvolvimento de imagens tridimensionais leva à possibilidade de verificar-se o projeto desenvolvido na medida em que permite comprovar as proposições apresentadas, seja de natureza construtiva, seja de natureza visual. A necessidade de alimentação de dados para a construção digital exige muito mais precisão nas decisões até os mínimos detalhes do

objeto, não se tratando de uma imagem para sedução, mas como modo de visualização do objeto na forma como a qual ocorrerá na experiência da obra. Para Piñon,

[...] o propósito da construção virtual em 3D é, por um lado, tornar possível a experiência visual do edifício antes que o dano seja irreparável e, por outro lado, transmitir ao construtor uma informação compreensível, na qual o 'como se constrói' seja acompanhado do 'como se vê'. (PIÑON, 2006, página 148)

O parágrafo acima resume as assertivas de auxílio da verificação e concepção do computador como ferramenta no processo de projeto.

Os processos de projeto, com a utilização do computador, dessa forma, necessitam serem mais explícitos que no passado, posto que os computadores requerem um conjunto preciso de instruções em cada etapa do projeto (PICON, 2010). Para a visão de uma "nova arquitetura", este pode ser encarado como um difícil desafio, mas dentro de uma concepção moderna de projeto, essa necessidade é muito bem vinda, principalmente no ensino de projeto, já que passa a ser evidenciada e pode ser melhor compreendida pelos estudantes.

Para Helio Piñon, a necessidade de precisão é uma característica positiva e a descrição se converte em um fator que é essencial no desenvolvimento do projeto, condicionando as decisões nas quais se baseiam tanto a concepção quanto o projeto final. A máquina exige mais de quem projeta, porque ao lhe dar mais opções e variáveis sobre as quais atuar, eleva a responsabilidade do usuário sobre a qualidade do resultado. (PIÑON, 2006).

Yehuda Kalay afirma que a verificação é uma consequência direta advinda da incerteza inerente ao processo de projeto. Como não existem fórmulas de tomadas de decisão que possam ser seguidas e que garantam o alcance das metas e expectativas do programa, o ato de projetar é necessariamente um processo de tentativa e erro (KALAY, 2004). E aí entra tão bem o papel do computador no processo projetual.

A verificação é o processo pelo qual se desenvolvem predições e comparações a fim de se determinar se a solução proposta atinge as metas e

condições. Assim que estas são atingidas, a busca por soluções é finalizada, do contrário, a verificação pode gerar informações dos motivos da ineficiência das soluções propostas e, dessa forma, auxiliar no aperfeiçoamento das mesmas (KALAY, 2004).

Entretanto, o processo de verificação em si é complicado, segundo Kalay. Primeiro, porque a representação das propostas a serem verificadas é feita geralmente em termos físicos, como o geométrico e material. Segundo, pelo grande leque de metas e restrições que devem ser atingidas simultaneamente. Terceiro, pela necessidade de conhecimento específico em diversas áreas de conhecimento, não sendo possível que todas sejam dominadas por um único indivíduo. Por fim, no fato de que o processo de projeto pode ter uma longa duração (principalmente para edificações complexas ou de grande porte, onde o projeto pode chegar a levar anos até que seja plenamente desenvolvido) e durante o processo a verificação pode mudar devido a alterações nas metas ou no estado de conhecimento das mesmas (KALAY, 2004).

As áreas de predição na arquitetura se concentram em:

- Estruturas
- Consumo energético
- Conforto ambiental
- Conforto acústico
- Fatores humanos - é a relação entre o ambiente construído e os futuros usuários do mesmo. Entram nessa área fatores como: psicologia, sociologia, ergonomia entre outras.
- Leis e regulamentações
- Estudos de caso e precedentes
- Simulação comportamental experimental direta - a ideia para esse caso é a simulação virtual da edificação a fim de se estudar o impacto nos usuários a partir da visão dos mesmos.

- Simulação comportamental experimental indireta - utiliza a ideia anterior, porém a partir de bases estatísticas a respeito do comportamento dos usuários, sem envolver os mesmos.

- Usuários virtuais.

- Estética - o mais subjetivo dos meios de verificação. É válido concentrar-se mais profundamente nesse item.

Segundo Yehuda Kalay, duas formas de fazer uma verificação quanto à estética surgiram ao longo dos anos: a abordagem objetiva, a qual atua sobre princípios matemáticos com a finalidade de estudar como as partes de um objeto se relacionam com o todo; e a abordagem subjetiva, que se baseia na abordagem psicológica e cognitiva para explicar como é percebida a forma. Ainda conforme o autor, ambas são bem abordadas na definição da *forma* de Kant "uma construção na mente humana apoiada em conceitos preestabelecidos que são impostos sobre o objeto percebido".

Dois métodos de verificação são mais utilizados entre os arquitetos. O prescritivo que se aplica antes do início do processo de projeto, servindo de guia no desenvolvimento do mesmo; e o método descritivo, que é o mais comum, que avalia o projeto depois deste ser desenvolvido ou mesmo construído (KALAY, 2004). Esta é a verificação que se faz de projetos por professores em sala de aula ou críticos de arquitetura. Nesse caso, muito bem se encaixa a utilização tal qual Piñon defende, de verificação do projeto, já que o computador prove ferramentas que nos possibilitam "sentir" visualmente a edificação sem que ela esteja construída.



Figura 28 - O computador como ferramenta de concepção e verificação. Série de testes volumétricos tridimensionais, de onde saiu a solução formal final aprovada pelo cliente e posteriormente construída. Projeto: Lineastudio Arquiteturas - Fonte das imagens e foto: autor.

### 3.2.2. O modelo tridimensional digital

Entrar-se-á agora no que, na visão da maioria dos pensadores do projeto arquitetônico da atualidade, é o maior ganho com a utilização do computador no processo de projeto: o modelo tridimensional. Porém, deve-se explicitar o que é esse modelo, posto que não se trata de um simples objeto de visualização.

Dentro desta dissertação o modelo tridimensional é defendido em uma forma que ultrapassa seu uso como maquete eletrônica. Aqui o modelo refere-se a um objeto virtual que serve muito bem de ferramenta de visualização do objeto projetado, levando o projetista a colocar-se dentro do projeto, mas também um modelo que busca simular todos os quesitos da construção arquitetônica.

Este modelo chega ao ponto de conter todas as informações referentes não só ao projeto arquitetônico, mas também: a estrutura da edificação; os dutos de água, esgoto, eletricidade, ar condicionado e ventilação; a relação com o exterior e o entorno; os detalhes materiais, tais como: esquadrias, paredes, lajes, telhados, piso e demais elementos construtivos.

Isto é, um modelo que contenha *toda* a informação relativa àquela edificação. Isso faz com que o controle absoluto de todo o projeto, não só arquitetônico, esteja nas mãos do projetista.

O modelo, no espectro da arquitetura, assume um aspecto geométrico, possibilitando ao projetista ver a forma do objeto e as relações entre suas partes. De modo geral, um modelo difere-se de outras representações visuais por ser tridimensional. Na disciplina da arquitetura, existem hoje dois modelos amplamente utilizados: os modelos físicos (também conhecidos como maquetes) e os modelos computadorizados (ou maquetes eletrônicas). Ambos têm muitas semelhanças, porém os modelos digitais não compartilham com os físicos a sua materialidade. Além disso, os modelos digitais têm uma natureza abstrata, já que são um conjunto de dados digitais (KALAY, 2004).

Eduardo Carazo Lefort, em um artigo publicado na revista *Expresión gráfica arquitectónica* de Valência, explora a correlação entre maquetes físicas e digitais. Com relação ao computador, afirma que diversos autores apontam a possível relação entre o experimentalismo total - que vimos no primeiro capítulo e chamamos de "arquitecturas digitais" - e os sistemas de concepção digitais, os quais podem levar à concepção de objetos "inéditos", pelo simples fato de que *podem* ser desenhados.

De acordo com Uría (2007), tudo que é imaginável é agora representável e, assim, pode ser virtualmente simulado. Logo, qualquer proposta formal pode ser construída - devido ao desenvolvimento tecnológico que temos atualmente. O próprio Lefort contra-argumenta, citando Piñon, onde admite que os novos meios digitais podem contribuir para uma recuperação visual, a fim de transpor a crise de figuratividade.

Lefort vê que o desenho virtual tridimensional apropria-se de duas qualidades já conhecidas do desenho manual: a primeira é a proposta do desenho como mera tradução bidimensional da idéia e a segunda como o entendimento deste como um mecanismo de mediação, ou ainda, como um amplificador dos complexos processos mentais que chamamos de *ato projetual*. Considerando-se o segundo significado, as novas capacidades que são: a geometria, a representação, a visualização e o controle formal disponibilizados pelos programas computacionais; pode levar-nos a pensar em um maior número de aspectos do projeto do que antes de seu aparecimento (LEFORT, 2011).

Para Lefort, os modelos tridimensionais oferecem claras vantagens, apesar da grande publicidade contrária feita pelos seus detratores, especialmente no início dos anos 2000. O desenho infográfico é executado por fatores externos às rotinas do computador, produzindo dados de entrada (*inputs*) através de comandos, para obter automaticamente saídas (*outputs*) em forma de objetos que residirão no espaço digital tridimensional. Isto introduz um dinamismo - de movimento e de tempo - que supera a estaticidade da

maquete, adicionando ainda fatores perceptivos essenciais como a aplicação de texturas, cor e especialmente luz - solar ou artificial.

Porém, não há dúvidas de que estes benefícios também vêm acompanhados de desvantagens. Quando o uso dos novos processos não é feito com critério e adequada sensibilidade, acaba-se caindo na banalidade, ampliada nesse caso por efeitos perniciosos da máquina (LEFORT, 2011).

Similarmente a Lefort, Piñon exalta a capacidade de auxílio no processo de projeto por parte dos modelos tridimensionais, principalmente pela capacidade de verificação visual que este proporciona. Ele afirma que:

A construção de imagens em três dimensões culmina as possibilidades de verificação do projeto, porquanto permite realizar as comprovações definitivas, de natureza construtiva e visual, respectivamente. A provisão de dados para a construção virtual exige que decidamos com precisão até o último detalhe do objeto: não se tratará de uma imagem para persuadir, [...] mas para visualizar o objeto em condições similares àquelas em que se dará a experiência da obra. Tampouco se trata de construir maquetes com uma tecnologia mais avançada [...]

Também neste aspecto as vantagens do procedimento introduzem uma dificuldade maior: mesmo supondo que a informação seja suficiente, devido à definição dos pormenores materiais do projeto, a construção das diferentes imagens exige um exercício da visão ao qual os arquitetos não estão acostumados. Tanto a escolha do ponto de vista, como das texturas, dos cromatismos e dos enquadramentos, são variáveis que afetam a consistência das imagens e, portanto, têm a ver com a ideia do edifício que se transmite, a quem se encarregará de construí-lo.

O uso do computador no projeto de arquitetura propicia o exercício da mirada e fomenta a capacidade de juízo, ao facilitar a visualização prévia de todas as partes do objeto com diferentes níveis de precisão, em diferentes escalas ao mesmo tempo. (PIÑON, 2006, página 148).

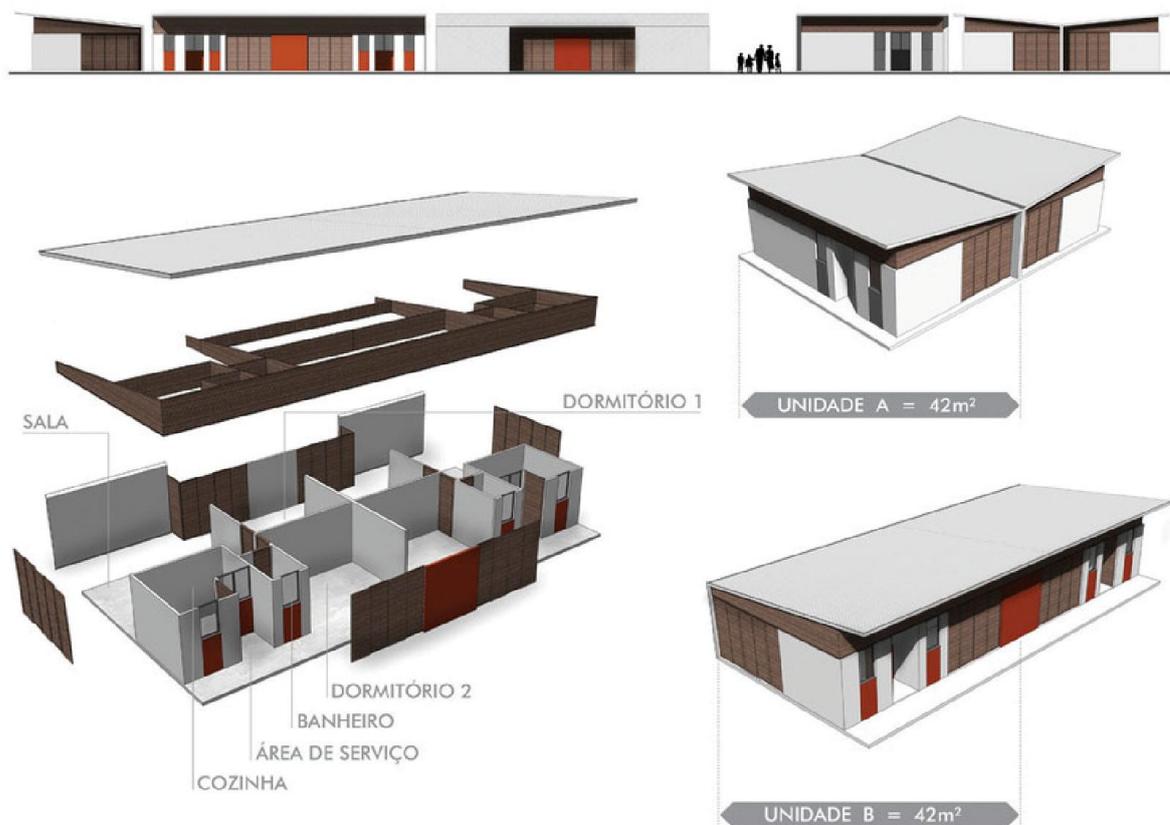


Figura 29 - O modelo tridimensional funções de apresentação e verificação do projeto. Fonte: <http://estudioamerica.com/>



Figura 30 - O modelo tridimensional funções de apresentação e verificação do projeto. Fonte: <http://estudioamerica.com/>

### 3.2.3. Da representação à simulação

Definidos os princípios, vantagens e desvantagens da utilização dos modelos tridimensionais computacionais, passamos agora a estudar a principal consequência (e ganho para a profissão) da utilização destes modelos - quando esta se dá de forma responsável e consciente de seu potencial.

A possibilidade de se desenvolver um modelo virtual completo de uma edificação, com todas as informações necessárias para a sua construção, é o que eleva o aparecimento das ferramentas digitais a um patamar de grande salto tecnológico que pode alterar a disciplina da arquitetura e sua profissão.

Apesar da posição pró "arquiteturas digitais" de Branko Kolarevic, ele observa muito bem que "os novos processos de projeto e construção [...] estão possibilitando oportunidades sem precedentes para que arquitetos retomem a autoridade que um dia tiveram sobre os processos edificatórios, não somente no projeto, mas também na construção destes" (KOLAREVIC, 2003). Ou seja, a partir da criação de um único modelo do qual toda a informação para a construção de um projeto é extraída - sendo este modelo controlado e gerido pelo arquiteto - este retoma o controle total sobre o projeto final e, conseqüentemente, sobre a construção do mesmo, como afirma Kolarevic:

Neste cenário, o modelo digital torna-se a única fonte de projeto e produção de informações que são geradas, controlado e gerido pelo projetista. Este reúne toda a informação necessária para produção e construção da edificação. Novas camadas (layers) de informações são adicionadas, abstraídas e extraídas conforme necessário durante o projeto e a construção, de acordo com o trabalho colaborativo de arquitetos, engenheiros, contratantes e construtores, utilizando-se de um único modelo digital desde os estágios iniciais do projeto. (KOLAREVIC, 2003)<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> In this scenario, the digital model becomes the single source of design and production information that is generated, controlled and managed by the designer. It encodes all the information needed to manufacture and construct the building. Layers of information are added, abstracted and extracted as needed throughout the design and construction, as architects,

A capacidade de gerar e analisar digitalmente o projeto e posteriormente utilizar-se deste na construção das edificações, redefine as relações entre concepção e produção. Segundo Branko Kolarevic, esta nova vinculação define um contínuo informacional do projeto à construção (KOLAREVIC, 2003).

Esse modelo e toda a informação que dele pode ser retirada - desde imagens até plantas, cortes e fachadas - não é produto da reprodução de uma realidade inexistente, mas sim de um edifício com identidade, advindo de um projeto que parte da disciplina construtiva da realidade existente. Para Piñon, "não há virtualidade nesses documentos, já que não se referem a outra realidade material, mas a prefiguram: são perfeitamente reais em sua natureza visual e precisos em suas determinações técnicas" (PIÑON, 2006).

É interessante notar que a descrição de projeto, por Alfonso Corona Martinez, é exatamente a descrição de um modelo tridimensional computadorizado, com a finalidade de prover todas as informações sobre o projeto: "O processo projetual implica uma série de operações que resulta em um modelo 'do qual será copiado um edifício'" (MARTINEZ, 2000).

Comercialmente, este modelo digital do qual será copiado o edifício, é conhecido como BIM, em inglês *Building Information Model*, algo como Modelo Informacional da Construção. Luis Agustín Hernández explora essa tecnologia em seu artigo "Hacia el Proyecto Digital". Para Hernández, o desenvolvimento desta tecnologia corresponde a uma resposta ao fato de hoje a maioria dos programas que servem aos arquitetos serem generalistas, a fim de também proverem as necessidades de engenheiros, designers, publicitários, entre outros (HERNANDÉZ, 2011).

Dentro desse ambiente, aparece a tecnologia BIM como uma alternativa autêntica de projeto assistido por computador. Como BIM, entende-se uma ferramenta que armazena informações, como um banco de dados, associado à geometria da arquitetura (HERNANDÉZ, 2011).

---

engineers, contractors and fabricators work in a collaborative fashion using a single digital model from the earliest stages of design.

Os aplicativos BIM não são por si só meios de representar a arquitetura projetada da maneira tradicional, segundo Hernández. Para estes, o *projeto é o modelo*, e o modelo é uma forma de representação em uma geometria paramétrica, da qual o modelo pode ser tratado como um item arquitetônico com características próprias. Cada um destes elementos é guardado em uma camada, possibilitando-se trabalhar isolada ou integradamente, projetar a construção e/ou a estrutura e exportar os elementos estruturais.

Assim, as peças geométricas, como a estrutura, são definidas somente pelo arquiteto, evitando-se erros, modificações indesejadas ou duplicação de informações (HERNANDÉZ, 2011).

É curioso que apesar dessa tecnologia agora ser publicizada como uma novidade, ela é um resultado natural de um processo que já vinha ocorrendo com *softwares* disponíveis no mercado, como o SketchUp e o AutoCAD, entre arquitetos que competentemente dominam o processo de projeto e o ambiente do programa em que trabalham. Ou seja, apesar de haver a nova designação de tecnologia BIM, na verdade, o que aconteceu foi a evolução do modelo computadorizado de simples representação para simulação da edificação projetada.



**Figura 31 - Modelo de uma edificação com projeto BIM (Building Information Model) - Fonte: <http://www.wrnsstudio.com> / Jason Halaby**

### 3.2.4. O projetar construindo

Como se pode observar no desenvolvimento dos parágrafos anteriores, as principais vantagens do uso das ferramentas digitais no projeto arquitetônico interligam-se em torno da utilização de modelos tridimensionais que auxiliam a concepção e verificação do projeto, simulação do mesmo e controle, a partir desse, de todas as decisões projetuais e da elaboração de documentação a ser utilizada na construção. Chega-se à quarta inserção positiva do uso do computador.

Quando se utiliza de ferramentas que possibilitam modelar a edificação e dela extrair a documentação para construção da mesma, os arquitetos deixam de trabalhar com linhas e círculos e passam a elementos arquitetônicos como paredes, vigas, colunas, forros, janelas, portas e escadas, sendo possível trabalhar até mesmo com um modelo do tridimensional do terreno. Para lidar com estes elementos é necessário saber a definição geométrica de cada um (saber construí-lo digitalmente, envolvendo o domínio geométrico e a modelagem no software utilizado) e sua posição com relação aos demais, de modo que o que ocorre é uma construção virtual da edificação que está sendo projetada (HERNANDÉZ, 2011).

A posição de Hernández é similar à de Helio Piñon, onde:

O uso rigoroso do computador abre a possibilidade de projetar construindo, isto é, de abandonar a linha como instrumento convencional para delimitar materiais, superfícies ou volumes e, em troca, utilizar os elementos construtivos – tijolos, esquadrias, vidros – como autênticos materiais de projeto: assim, as relações já não são conceituais, mas físicas, visuais. Além disso – e isto é, a meu juízo, o mais importante – a máquina oferece a possibilidade de trabalhar em todas as escalas ao mesmo tempo, de modo que, com um leve gesto do dedo, se pode passar, em um instante, da escala 1:1000 – descrição visual, sintética, do objeto – à escala 1:1, que mostra os pormenores da sua construção. (PIÑON, 2006)

Tal vantagem na utilização do computador, durante o processo de projeto, pode ser facilmente comprovada em ambientes de ensino, onde o objeto elaborado passa a ser visto e, como a planta-baixa, deixando de lado a construção formal do projeto.

Há a mudança no processo de projeto, já citada anteriormente, onde:

Diagramas → plantas → cortes e estudo tridimensional

Passa a ser:

Diagramas → desenhos construtivos e modelos tridimensionais

Essa mudança, segundo Charles Vincent, é imensa já que a criação de modelos tridimensionais a partir de plantas é muito fácil e rápida. Estes podem ser usados no lugar de cortes tradicionais. Adicionalmente, o estudo das relações formais derivadas da planta é antecipado e mais facilmente abordado - principalmente por estudantes com experiência formal reduzida - estes ampliam seu poder analítico e motivam-se a dispor maiores esforços no desenvolvimento da forma (VINCENT, 2002).

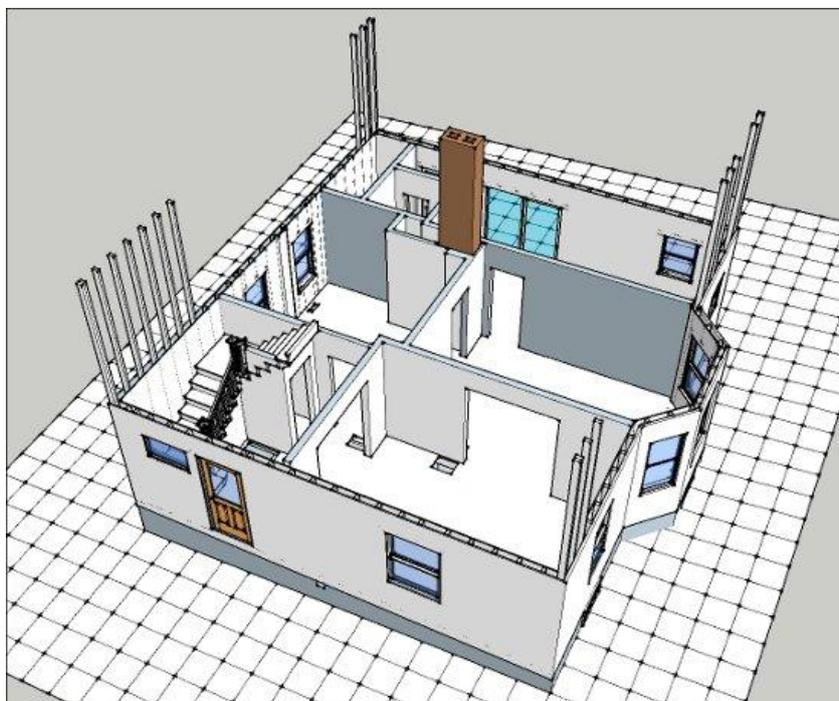


Figura 32 - O projetar construindo, uma possibilidade da modelagem. Fonte: <http://www.giswebsite.com>

### 3.3. O computador e suas implicações na profissão

Neste tópico, pretende-se explorar as alterações que a utilização do computador levou à profissão do arquiteto, adicionalmente àqueles pontos abordados no processo de projeto, já que, evidentemente, não é possível dissociar a profissão do ato projetual.

Primeiramente, o ambiente projetual foi trocado. O computador é incapaz de lidar com qualquer atividade que se dê fora do ambiente computacional, então há a necessidade de se projetar "dentro" do computador. Para Yehuda Kalay, isso implica em um efeito crítico, porém inesperado: o computador passa de *ferramenta* de projeto para *ambiente* de projeto, ou seja, o *lugar* onde o projeto ocorre.

Os computadores necessitam que o projetista vá até eles, diferentemente do que ocorre com a utilização de lápis e papel, que possibilita desenhar quando e onde se desejar. Consequentemente, o projetista deve equipar-se com um grande número de periféricos auxiliares, de forma que a máquina possa apoiar o processo de projeto e que, em geral, são constrictos ao ambiente da máquina (KALAY, 2004).

Gradualmente, o domínio do ambiente virtual, exigido pelo uso do computador, passa a ter mais importância que a utilização de papel e lápis no processo projetual (dentro da esfera profissional), diminuindo a importância do conhecimento mais profundo de ferramentas como o desenho à mão-livre, o desenho técnico ou a elaboração de maquetes físicas. Entretanto, não ocorre a exclusão destes meios de expressão e representação da profissão, eles ainda são importantes ferramentas auxiliares, principalmente nas etapas iniciais do projeto, e devem ser dominados pelo profissional na medida em que são fundamentais no seu amadurecimento acadêmico - são base de apoio para o aprendizado do entendimento tridimensional necessário à profissão e da capacidade de construção formal.

Carlos Marcos (2010) vê, no processo de projeto em programas de desenho e modelagem 3d, que o arquiteto desenha ou modela virtualmente na tela do computador o objeto que está projetando. A tela é, então, uma interface que exhibe graficamente seu objeto arquitetônico, conforme vai ganhando forma e é o que se interpõem entre o arquiteto e o seu objeto de projeto. Esse processo não pode ser de outra forma devido à virtualidade implícita no processo (MARCOS, 2010).

Brendam Macfalane (2003) afirma que as ferramentas que são utilizadas atualmente são digitais e o impacto destas no nosso tempo é inegável. Isso aborda o fato de que, não importa o que se crie, as ferramentas são, de alguma forma, parte do produto. As novas ferramentas dão-nos novas formas de ver, novos olhos e, assim, alteram a nossa forma de pensar (KOLAREVIC, 2003)

Para Kalay (2004), o real desafio na utilização dos novos meios digitais no meio profissional é o de encontrar uma forma de se apropriar das capacidades dos computadores - as que são vantagens perante os nós humanos - e, conjuntamente a estas, utilizar nossas capacidades - onde as dos computadores falham. Conseguindo-se isso, teríamos um poderoso sistema projetual *simbiótico*: computadores contribuindo com sua capacidade racional e de busca e nós humanos com a capacidade criativa e intuitiva, necessárias no desenvolvimento de solução de problemas (KALAY, 2004).

Na sua capacidade como assistentes de projeto, os computadores podem libertar os projetistas da necessidade de executar tarefas mundanas e, assim, ampliar sua capacidade para supervisionar projetos complexos (KALAY, 2004).

Para Alfonso Corona Martinez (2000), em uma passagem rápida no seu livro "Ensaio sobre o projeto", ele compartilha dessa visão, e, inclusive, já enxerga o computador dessa maneira:

Existe, há alguns poucos anos, uma nova ferramenta que permite ver de maneira dramática este poder [da modificação do objeto pela representação]: a computação gráfica. Com ela, alterações no objeto imaginado são realizadas de modo quase instantâneo e completo. Opera-

se sobre um objeto que se inventa, sobre um quase-objeto. Na tela do monitor, ao se modificar uma das representações – uma planta ou uma fachada - as demais representações são magicamente alteradas, de acordo com a modificação introduzida. A aceleração do processo de tentativa e erro na invenção arquitetônica é considerável com este escravo que aceita as transformações e delas extrai as conseqüências para exibi-las ao projetista, aumentando assim o seu poder. (MARTINEZ, 2000).

Leonardo Benevolo (2006) observa em seu livro "A Arquitetura no novo Milênio" que a utilização de recursos computacionais por escritórios de jovens holandeses modifica o processo de projeto. As informações modificam o *output*, que por sua vez modifica o *input*, e assim por diante (BENEVOLO, 2006).

Conforme Yehuda Kalay, as possibilidades de mudanças na representação e comunicação na arquitetura, com o auxílio computacional, são fundamentadas por seis propriedades dos computadores:

1. *A flexibilidade*: a capacidade de mudança de níveis de abstração, conforme necessário, sem ter que se refazer a representação desde o início;

2. *Interligações*: a capacidade de vincular informações representadas em diferentes formas, assim quando uma representação é modificada, as demais também o são;

3. *Gerenciamento de informação*: a capacidade de gerir organizadamente grandes quantidades de informações complexas;

4. *Visualização*: a capacidade de se produzir imagens realistas de objetos e ambientes que ainda não existem (ou que ainda não estão materializados);

5. *Inteligência*: a capacidade de inserir regras de projeto, restrições e metas dentro da própria representação, transformando-se estas necessidades em auxílio ativo durante o processo de projeto;

6. *Conectividade*: a capacidade de dividir a informação rapidamente entre diversos participantes do processo de projeto (KALAY, 2004).

### 3.4. "Digitalismo" - crítica a uma produção inconsequente

Estabelecidos os critérios da arquitetura silenciosa, passa-se a uma visão crítica das "arquiteturas digitais", aquelas que defendem um novo paradigma e utilizam-se de um discurso tecnológico determinista.

Em um primeiro plano, é preciso entender que a tecnologia e a sociedade são entidades de um sistema único que não podem ser analisadas isoladamente. Porém, para a maioria das pessoas, vigora o entendimento de que as formas de organização social são decorrentes dos avanços tecnológicos, criando-se uma hierarquização entre tecnologia e organização social (PIAZZALUNGA, 2005).

No entanto, de acordo com Castels (2005), esse determinismo tecnológico não faz sentido, uma vez que não é a tecnologia que pauta a sociedade e nem a sociedade que escreve o curso das transformações tecnológicas. Para ele, o resultado depende de um complexo padrão interativo entre as descobertas científicas, inovações tecnológicas e as aplicações sociais (CASTELS *apud* PIAZZALUNGA, 2005).

Transpondo o entendimento acima para a arquitetura, não é o desenvolvimento tecnológico que vai determinar o rumo da disciplina e da profissão, nem mesmo uma vontade dos arquitetos que traçará o rumo do desenvolvimento tecnológico. O que acontece, é um processo com uma série de atores: a sociedade e sua evolução para a sociedade da informação, o desenvolvimento de novas tecnologias e a interpretação e o uso dessas novas tecnologias na arquitetura e no processo de projeto arquitetônico.

Voltando para a discussão sobre a arquitetura, Mahfuz (2013) traz duas tendências que surgiram posteriores ao chamado pós-modernismo: o conceitualismo e o digitalismo. O conceitualismo surgiu a partir de uma tentativa de suprir a ausência de parâmetros, advinda do abandono dos critérios de construção formal da modernidade: partia da atribuição de conceitos não arquitetônicos como estímulos à geração da forma, ainda

servindo como modo de verificar o alcance de seus objetivos. Um argumento de discurso guia o desenvolvimento e a materialização de um conceito inicial. Exemplo disso são algumas obras que tem sua explicação nas "velas de embarcações" e "curvas da mulher amada" (MAHFUZ, 2013).

Quanto ao digitalismo, este é a expressão mais contemporânea da arquitetura que está mais preocupada com o marketing, com o estrelismo. A utilização dos computadores no processo de projeto, em muitos casos, segundo Mahfuz, veio acompanhada de edifícios bulbosos ondulantes, na forma de bolhas e que se dobram de maneiras nada cartesianas (MAHFUZ, 2013).

O "digitalismo", ao qual se vai referir, é o movimento que prega um novo determinismo tecnológico. Esta nova arquitetura, na visão de seus idealizadores e divulgadores, deve ter uma nova forma, difícil e abstrata, que busque a "exclusividade" como comprovação de uma "capacidade criativa". Esse movimento nasceu em grandes escritórios globalizados, porém já chegou a escritórios menores e ao meio estudantil.

Willem Neutelings (2001), em seu artigo *Bolhas, pixels e sutiãs*, nota que, pela terceira vez no mesmo século, o edifício curvo passou a ser sinônimo de progresso arquitetônico: primeiramente, seguindo as formas dos carros e aviões; nos anos próximos a metade do século, inspirado nas viagens espaciais e na era nuclear. Chegamos agora ao estilo, segundo Neutelings, "dobra-corpo-bolha", o qual busca seguir os avanços da biotecnologia e da tecnologia da informação (NEUTELINGS, 2001).

Seguindo ainda o raciocínio de Neutelings, há uma repetição da história quando, com receio de serem esquecidos ou deixados de lado, perdendo o "desfile glamoroso de uma nova tecnologia", os arquitetos adotam seus ícones,

A aerodinâmica tem vantagens para coisas que se movem, mas não tem nenhuma importância para objetos estáticos. Curvas são relevantes para a física quântica e para os filamentos do DNA, mas não são particularmente úteis para pisos e paredes. Edifícios ondulantes não são projetados por causa de novas técnicas de projeto, **mas porque o**

**arquiteto deseja aquela configuração.** Na melhor das hipóteses, um novo meio de projeto leva a uma nova característica estilística, nunca a uma renovação fundamental da arquitetura. (Neutelings, 2001)

Para Pedro Fiori Arantes (2010), o *digitalismo* é a consequência de mudanças que vão muito além daquelas ocorridas com a profissão e suas necessidades - são arquiteturas com tecnologia de ponta que surgiram a partir da globalização e que pretendem criar uma nova paisagem urbana, explorando os limites técnicos sem praticamente não lidarem com restrições orçamentárias.

As bolhas e dobras são o exato oposto do rigor geométrico euclidiano e da sobriedade tectônica - difundidos na modernidade. O capitalismo sem controle possibilita a "liberdade inventiva" e, segundo Arantes, alimenta-se de um paradoxo: quanto mais retorcida, liquefeita ou imaterial a edificação – que, por excelência, deveria ser objeto material e estável - maior o brilhantismo de seu autor e seu sucesso publicitário (ARANTES, 2010).

Esse caráter, de objeto publicitário, gera dividendos a partir da circulação de público e não a partir da sua produção. Assim, sua elaboração é guiada a partir do lucro advindo da divulgação midiática que vai gerar e da capacidade de atrair riquezas por meio de investidores e turistas. Esta arquitetura já nasce como *figuração de si mesma*, como uma imagem, reduzindo a experiência arquitetônica à uma superficialidade visual na busca incessante pelo ineditismo e pela "forma lucrativa" (ARANTES, 2010).

A sociedade dominada pelos valores de mercado, que alguns chamam de sociedade do espetáculo, subordina a arquitetura ao seu valor de impacto midiático. Todavia, não é novidade, que esse é um valor que o digitalismo herdou de movimentos precedentes e do conceitualismo (muitas vezes, o digitalismo e o conceitualismo fazem parte de um mesmo objeto "criativo tecnológico"). Para Mahfuz (2013):

O objetivo dessa arquitetura é raramente melhorar a cidade e, conseqüentemente, a qualidade de vida dos seus

habitantes. Contribuir para a consolidação de uma determinada cultura tampouco faz parte dos seus objetivos. Muito pelo contrário, o que se percebe é uma obsessão pela novidade, pelo ineditismo, pelo impacto imediato, a tal ponto que o arquiteto brasileiro mais conhecido declarou mais de uma vez que o objetivo da sua arquitetura era “causar espanto”. Não é a toa que nossas cidades estão se tornando um amontoado caótico de edifícios “interessantes” e “criativos”. (MAHFUZ, 2013)

O exemplo do Museu Guggenheim, em Bilbao na Espanha, bem explica a visão economicista que a arquitetura passou a ter para governantes e arquitetos. A partir da inauguração do museu, este passou a atrair anualmente cerca de um milhão de turistas, tendo ressarcido os cofres públicos de seu gasto em quatro anos (segundo fontes do governo da cidade). Iniciou-se, com isso, o que o crítico americano Hal Foster chamou de "Efeito Bilbao", onde novas cidades procuram construir edifícios similarmente "espetaculares" com o objetivo de atrair grandes fluxos de capital. A associação entre as marcas Guggenheim, Bilbao e Gehry as alavancou midiaticamente a ponto de Zulaika afirmar que “o museu Guggenheim se converteu mais em um assunto de dinheiro, poder e prestígio do que de arte” (ZULAIKA *apud* ARANTES, 2010).



Figura 33 - Museu Guggenheim Bilbao de Frank Gehry - Fonte: <http://en.wikipedia.org> / MykReeve

As imagens que os “arquitetos estrela” querem passar voltam-se absurdamente para tentar alcançar o “imaterial” (sendo a arquitetura uma arte

basicamente tectônica), tanto que Jacques Herzog chega a afirmar que “trabalhamos com a materialidade física da arquitetura porque só assim podemos transcendê-la, ir mais longe e inclusive chegar ao imaterial”. É clara a intenção de se produzir valores intangíveis, tal qual o valor de uma marca, como símbolo de um poder corporativo, um governo, uma religião ou um país. O que antes era um padrão em regimes absolutistas/fascistas, agora alcança o caráter de estratégias de negócio e marketing no desenvolvimento de identidades empresariais (ARANTES, 2010).



Figura 34 - Grand Stade de Bordeaux. A busca pela imaterialidade de Herzog e de Meuron - Fonte: <http://www.archdaily.com> / Herzog e de Meuron

Essa visão da arquitetura, promovida pelo chamado *Star System*, chega aos arquitetos e estudantes menos proeminentes, influenciando-os e ocasionando uma profunda queda na qualidade geral da arquitetura, segundo Piñon (2006):

A atectonicidade intrínseca da maior parte da arquitetura que obteve sucesso nas últimas décadas é hoje moeda corrente. O resultado é um híbrido fascinante, mescla de abuso do artesanato e desperdício tecnológico, que baseia sua identidade no mero reconhecimento do mito que habitualmente o ampara. (PIÑON, 2006, página 174)

Por fim, temos a posição de Josep Maria Montaner (2001) a respeito da utilização da tecnologia na arquitetura:

[...] A arquitetura atual está cheia de posturas retóricas, seja pela utilização de linguagens historicistas, tecnológicas ou ecletistas.

A ponto de chegar ao final do século XX, os problemas básicos da arquitetura seguem sendo similares ao de todo o século. Um dos problemas mais transcendentais é a adaptação da arquitetura às possibilidades tecnológicas a cada momento. Cada obra de arquitetura deve resolver sempre um problema técnico; converter-se em matéria, delimitar espaços solidamente adequados ao homem, resolver a pele de abrigo e proteção e, sobretudo, saber integrar-se ao entorno.

A correta identificação de cada edifício com a solução estrutural, a cobertura, as vedações, acabamentos e instalações técnicas segue sendo uma das chaves da arquitetura. Assim como sua resposta ao ambiente circundante. A arquitetura deve saber aproveitar todas as possibilidades tecnológicas atuais. (MONTANER, 2001, página 258)

Ou seja, saber adaptar-se às possibilidades tecnológicas a cada momento, de acordo com Montaner, é um desafio intrínseco à profissão durante toda a sua história. Porém, este "saber" não encontra espaço no digitalismo, onde a tecnologia serve muito mais como uma "ferramenta de promoção midiática" na busca por "novas formas" que não encontram nenhuma relação com as necessidades da sociedade atual e, mais grave do que tudo, não sabem integrar-se ao entorno. Logo, a defesa do digitalismo falha nos valores mais primordiais da disciplina.

### 3.4.1. O "preço" do digitalismo

A arquitetura digitalista, cuja qual tem se contestado nos últimos parágrafos, traz imensos custos, não só econômicos, mas também sociais e culturais. Entre as consequências que esse tipo de arquitetura causou, estão: a dificuldade de representação - e transmissão de intenções e informações - dos projetos desenvolvidos; dificuldades construtivas advindas da primeira; incapacidade de previsão de custos devido a materiais e técnicas construtivas pouco conhecidas pelos construtores; altos custos de manutenção; degradação acelerada inerente às dificuldades de trabalho com tais materiais e técnicas pouco conhecidos; despreparo de mão de obra tanto para projeto e construção quanto para manutenção das edificações.

Primeiramente, esta é uma arquitetura claramente de exceção que não pode - e muito mais que isso, a qual seus autores não querem que possa - ser democratizada, uma inovação restrita, já que o segredo de sua rentabilidade é a sua monopolização. Nos projetos dessa arquitetura digitalista, os softwares empregados são os mais recentes, automatizações de produção são necessárias e pode até haver a utilização de robôs. Preza-se pela excepcionalidade com a utilização de materiais e técnicas de última geração ou até mesmo exclusivos, mas na base de toda essa tecnologia caríssima continua o trabalho precário, mal remunerado e migrante, deixando em seu rastro um prejuízo social de uma arquitetura alheia à sociedade que a suporta (ARANTES, 2010).

Os problemas desse tipo de abordagem do projeto arquitetônico, à margem da sobriedade formal, trazem dificuldades de projeto, execução e manutenção. E, por sinal, o próprio surgimento dessa visão arquitetônica nasceu como um "problema".

No final da década de 1980, o escritório do arquiteto americano Frank Gehry foi o vencedor do concurso para o projeto do *Disney Concert Hall*, porém o desenvolvimento do projeto executivo, àquela época, era inexecutável - assim como, evidentemente, a construção do mesmo. Nesse período, os desenhos

ainda eram feitos de forma artesanal e os arquitetos e engenheiros subcontratados para a realização dos desenhos executivos acabaram por recusar-se a finalizar o projeto, porque não quiseram assumir os riscos profissionais inerentes. Não havia a capacidade de orçamento por parte dos orçamentistas devido à dificuldade de prever custos, assim nenhuma empresa construtora assumiu a incorporação da obra.



**Figura 35 - Disney Concert Hall em construção. Frank Gehry - Fonte: <http://www.arcspace.com> / Kirsten Kiser**



**Figura 36 - O pássaro para a olimpíada de Barcelona. Frank Gehry - Fonte: <http://www.teocalc.se>**

A partir dessas dificuldades, Gehry foi atrás de tecnologias capazes de suprir suas necessidades, até chegar à utilização do programa voltado para a indústria aeroespacial, CATIA. O primeiro teste com o mesmo se deu no "pássaro" - uma espécie de pórtico - para as olimpíadas de Barcelona de 1992, em seguida veio o Museu Guggenheim de Bilbao e, por fim, pôde então ser construído o Disney Concert Hall que foi finalizado em 2003 (ARANTES, 2010).

Para o projeto, Gehry afirmou que se inspirara nos movimentos e formas dançantes dos desenhos da Disney, deixando clara sua tendência ao conceitualismo. Entretanto, apesar de estar voltado à necessidade de um discurso conceitual, com o projeto para a Disney e o Museu de Bilbao, Gehry criou a "necessidade" em outros arquitetos da exploração da tecnologia na criação de suas formas. Nasce daí o digitalismo, a partir de uma arquitetura que demandava uma tecnologia de projeto e construção ainda inexistente, de difícil representação e construção.

Nesse ponto ingressa Peter Eisenman e, prometendo ir além, propõe a manipulação de geometrias digitais, colocando-as em movimento e eliminando grande parte das atribuições do arquiteto como autor. Desde a etapa mais singela de concepção, já se passava a acrescentar informações ao computador, relegando a este a maior parte do controle sobre a geração formal, bastando suprir-lhe com dados matemáticos abstratos (ARANTES, 2010).

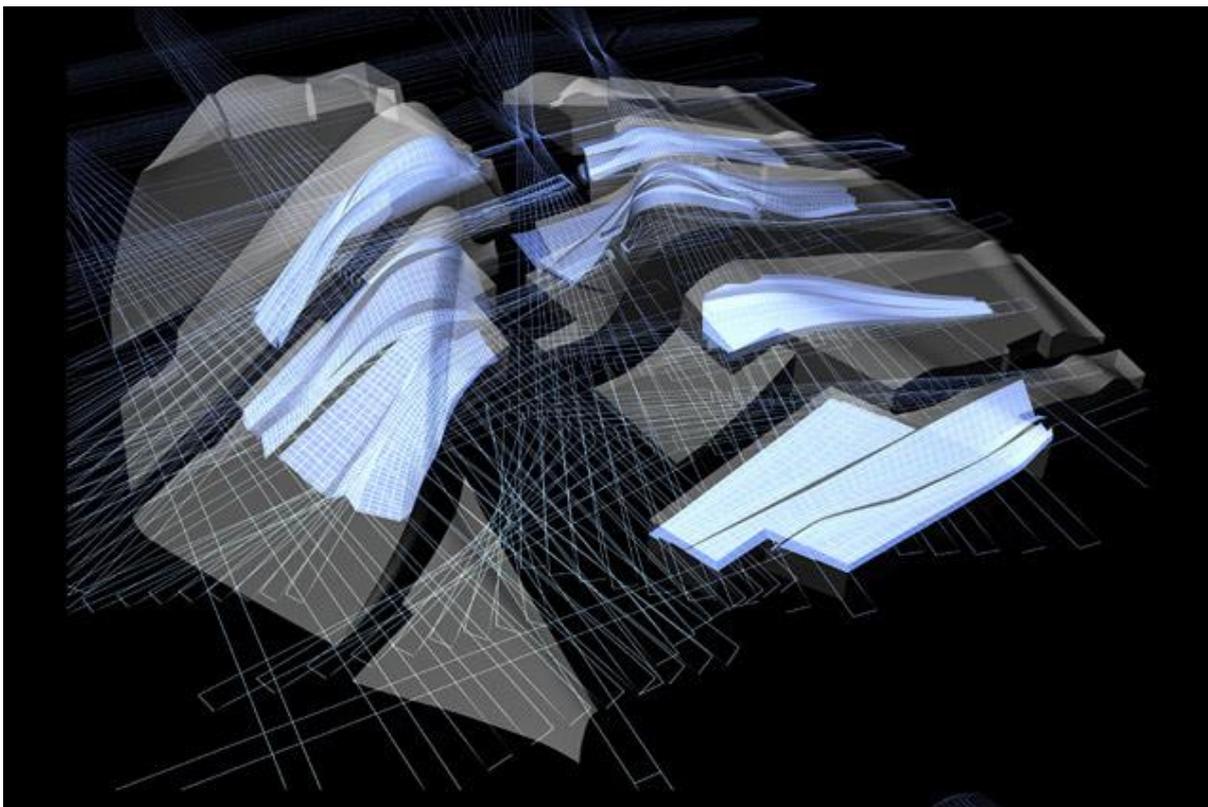
Acaba-se, assim, com uma arquitetura que admite a perda de controle sobre a concepção formal da edificação, entregando-a a breves movimentos de mouse e de caracteres pelo teclado, admitindo como qualidade a utilização desmedida de ferramentas digitais.

Quanto à execução das obras, as dificuldades construtivas levam a um inevitável aumento de custos que são justificados pelos construtores como decorrentes da dificuldade de execução e de necessidades não previstas em contrato. Não há detalhamento suficiente, por parte dos arquitetos, de todas as etapas da obra, nem se simulam todas as dificuldades na construção, dessa forma erram invariavelmente na estimativa de gastos e orçamentos.

Exemplo do citado é a obra da Cidade da Cultura da Galícia. Projetada por Eisenman, ela foi orçada pelo seu escritório em 108 milhões de euros, porém custou efetivamente mais de 470 milhões de euros. Uma auditoria instalada (conjuntamente com uma CPI) apresentou um relatório de doze pontos problemáticos na gestão da obra: deficiência dos contratos que não seguem o direito público; subcontratação de empresas que tinham como sócios membros em altos cargos da Junta da Galícia; valor da obra cinco vezes maior ao previsto; elevado custo de manutenção que devia ser assumido pelo governo (cerca de 50 milhões de euros por ano) (ARANTES, 2010).



**Figura 37 - Cidade da Cultura da Galícia na Espanha de Peter Eisenman - Fonte: <http://archinect.com> / Fundación Cidade da Cultura de Galicia**



**Figura 38 - Cidade da Cultura da Galícia de Peter Eisenman. Modelo de análise volumétrica -  
Fonte: <http://archinect.com> / Peter Eisenman**

O Secretário da Cultura da Galícia é suspeito de enriquecimento ilícito e mesmo Eisenman é acusado de beneficiar-se dos erros de orçamento na medida em que recebeu 14 milhões pelo projeto e mais 13% de remuneração vinculada ao custo final da obra.

As pedras que deveriam revestir a cobertura, que exigiram um esforço incalculável de montagem, também foram alvo da auditoria. A necessidade de sessenta mil metros quadrados esgotaram as pedreiras de quartzito - o material utilizado - da região. Não houve nenhum cálculo avaliando o potencial das jazidas. A empresa que venceu a licitação, de propriedade de um político local, teve um contrato de seis milhões de euros, porém a mesma não passava de um recinto de duzentos metros quadrados com apenas duas máquinas de corte manual (completamente despreparada para fornecer a quantidade prevista) (ARANTES, 2010).

Todavia, as promessas por parte de Eisenman eram de uma obra econômica, mas mantendo-se a qualidade, sem empregar materiais de custo expressivo (fazendo referência à utilização de materiais de alto custo, como as placas de titânio utilizadas por Gehry). Contudo, Eisenman reconhece o risco inerente a obras midiáticas, chegando a afirmar em uma entrevista que "os políticos conservadores estão dispostos a assumir mais riscos do que os de esquerda que, querendo manter intactas as cidades, impedem o progresso. Todos os meus clientes são políticos conservadores que querem assumir riscos" (ARANTES, 2010).

Esse tipo de suspeita e incapacidade de previsão e /ou controle orçamentário também afeta outros arquitetos, tais como Santiago Calatrava. Calatrava tem uma longa lista de projetos onde os gastos são extrapolados, onde ocorrem atrasos recorrentes e que levam a processos jurídicos. Por sinal, segundo Suzanne Daley (2013), em um artigo para o jornal *New York Times*, é difícil encontrar algum projeto desse arquiteto que não tenha ultrapassado significativamente o seu orçamento, além das reclamações da indiferença do mesmo às necessidades dos clientes.

Recentemente (em agosto de 2013), um vereador em Haarlemmermeer, cidade próxima a Amsterdam, impeliu seus colegas a tomar ações legais devido ao custo das três pontes que Calatrava projetou para a cidade terem passado do dobro estimado e ainda milhões mais em manutenções, desde que foram inauguradas em 2004 (DALEY, 2013).

Em Nova Iorque, Calatrava deve passar por um exame detalhado sobre a construção de um de seus mais recentes projetos: a nova estação de trem e metrô no *Ground Zero*. A expectativa é de que a estação seja aberta em 2015, porém está seis anos atrasada e vai custar o dobro do orçado inicialmente, chegando ao custo de quatro bilhões de dólares (DALEY, 2013).



**Figura 39 - Uma das pontes em Haarlemmermeer, projeto de Santiago Calatrava - Fonte: <http://www.panoramio.com> / Feitse Boerwinkel**



**Figura 40 - Ground Zero Station, projeto de Calatrava em Nova Iorque. Fonte: <http://architecture.about.com> / Calatrava**

A incapacidade de se estipular corretamente os custos de uma arquitetura que traz sempre "elementos surpresa" deve ser considerada como uma consequência da arquitetura digitalista. Seguindo ainda os passos de

Calatrava, chegamos a outro problema recorrente nesse tipo de arquitetura: a dificuldade - por vezes incapacidade - e o custo de manutenção dessas obras de formas "revolucionárias".

Na região de Álava, uma vinícola está processando Calatrava pela utilização de um telhado ondulado, feito há doze anos, que acarretou em uma grande quantidade de vazamentos e infiltrações. Tais problemas, que impossibilitam o controle da umidade do espaço (vital ao vinho), nunca foram solucionados (DALEY, 2013).



Figura 41 - Vinícola em Álava, projeto de Calatrava - Fonte: <http://www.flickr.com / Jose Moran Moya>

Com relação a esses problemas, relacionados à execução e à manutenção das obras, o ex-presidente do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*, nos Estados Unidos), John Silber, escreveu o livro *Architecture of the Absurd: How "Genius" Disfigured a Practical Art*. Nele, o autor levanta uma série de questões relativas à arquitetura feita pelas "estrelas" da profissão, impelido a tal, pela experiência que teve na construção do *Ray and Maria Stata Center* com projeto de Frank Gehry.

Passa-se a alguns pontos levantados por Silber que muito podem ajudar no questionamento e no entendimento dos motivos do sucesso da "arquitetura de formas difíceis".

A arquitetura de formas absurdas, segundo Silber, desenvolveu-se e disseminou-se através da utilização de instituições sem fins lucrativos, tais como universidades e museus. Nestas, "as decisões são tomadas por pessoas que não estão gastando o próprio dinheiro, onde não correm risco financeiro pessoal e a quem geralmente falta o conhecimento sobre construção civil necessário a garantir que as necessidades da instituição sejam alcançadas. Estes são os ingênuos clientes que se tornam vítimas dos jargões inseridos nos discursos dos arquitetos" (SILBER, 2007).

Exemplo do uso desses jargões é a defesa feita por Daniel Libeskind a respeito das incisões anguladas e cortes na superfície do Museu Judeu em Berlim. Libeskind afirma que são uma referência aos locais onde os judeus "floresceram" nos anos pré-nazistas. Mais tarde, quando projetou o Museu Real de Ontário, em Toronto, ele utilizou-se de padrões similares no corte das superfícies, porém, dessa vez, ele procurava, em suas palavras, "fazer um cristal, uma estrutura de partes orgânicas intercambiáveis, de forma prismática, que afirmam a primazia do espaço participativo e a coreografia pública". Segundo Silber (2007), é evidente que ninguém entendeu exatamente o que o arquiteto quis dizer com essa afirmação (SILBER, 2007).

Silber aborda os absurdos de construções como o edifício de dormitórios *Steven Holl's Simmons Hall* no MIT. Para ele, uma estrutura desajeitada onde o próprio arquiteto afirmou assemelhar-se a uma esponja do mar e que serve como exemplo do que instituições sem fins lucrativos possibilitam àqueles que tem um "discurso teórico" que parece irresistível aos grupos de curadores culturalmente inseguros (SILBER, 2007).



Figura 42 - Steven Holl's Simmons Hall, projeto de Steven Holl - Fonte: <http://en.wikipedia.org/> / Mido

Ainda sobre o uso de jargões, Silber afirma que ninguém melhor utiliza-se dessa prática ou "ferramenta de sedução" do que Frank Gehry, para o qual há uma confusão: Gehry acredita que a arquitetura não necessita de um propósito distinto que a distingue fundamentalmente como disciplina da pintura e escultura. O resultado é a imposição de obras que são muito mais caras que outras de tecnologia convencional e grotescamente ineficientes em seu propósito. O que nos leva de volta ao *Stata Center* (SILBER, 2007).

O *Ray and Maria Stata Center* foi inaugurado em 2004 tendo custado ao MIT cerca de 315 milhões de dólares - que foi o dobro do estimado no orçamento inicial - sem se calcular as despesas consequentes de anos de atraso na inauguração do mesmo. De acordo com o relato de Silber, originalmente a defesa por parte do MIT foi de que um projeto de Gehry bem serviria às necessidades do Instituto na medida em que este precisava "associar-se a coisas novas e excitantes", servindo de incentivo a doadores em potencial. Mas aí se chega no absurdo: construiu-se um edifício que

ultrapassou todas as estimativas de custo, mas que, em sua proposta inicial, deveria servir como angariador de recursos (SILBER, 2007).



Figura 43 - Ray and Maria Stata Center, projeto de Frank Gehry - Fonte: [http://www.flickr.com / O. Benny](http://www.flickr.com/O.Benny)

Gehry quis, no *Stata Center*, "forçar brilhantes cientistas do centro a interagirem", assim projetou escritórios sem paredes, logo, os colegas poderiam conversar quando de passagem. No entanto, os cientistas insistiram na necessidade de ter um mínimo de privacidade e hoje trabalham em salas com paredes de vidro. Com relação aos problemas construtivos, no inverno quando a neve derrete ou durante as chuvas de verão, a cobertura vaza (SILBER, 2007).

Em 2007, o MIT ingressou com uma ação contra Gehry e sua forma ondulada, angulada e metálica. A ação reclama danos inespecíficos - provavelmente por serem "globais" - por "falhas no projeto e construção" do *Stata Center* (MORRONE, 2007).

Silber conclui dizendo que:

Provavelmente continuarão havendo clientes felizes em preencher as ambições artísticas de Gehry, mesmo com o desperdício e a inutilidade inevitáveis de quando a arquitetura é praticada como uma arte pictórica ao invés de arte prática. Porém a boa arquitetura não depende, nem tem compromisso com tal confusão. Diversos excelentes arquitetos - que sabem que as delimitações da arquitetura são para ser respeitadas e não solenemente ignoradas - criam edificações esplêndidas enquanto satisfazem as solicitações de seus clientes<sup>3</sup> (SILBER, 2007).

Com respeito a inserção urbana dessas arquitetura, outro desastre. Helio Piñon observou em uma série de palestras ministradas em Porto Alegre, na UniRitter, em outubro de 2013, que a cidade se constrói com qualidade quando as edificações criam **sistemas de relação**. Nesse caso essa arquitetura digitalista esbarra em um sério problema já que é uma arquitetura egoísta, incapaz de se relacionar com seu entorno. Ela só pode servir como monumento isolado (tal qual a visão de Aldo Rossi, onde na cidade há a repetitividade do tecido e a individualidade dos monumentos). Dentro desta visão a arquitetura digitalista tem um caráter de anti-cidade, pois pretende sempre ser mais importante do que o conjunto onde se insere.

---

<sup>3</sup> Perhaps there will always be clients who are happy to fulfill Gehry's artistic ambitions, despite the waste and inutility inevitable when architecture is practiced as a fine rather than practical art. But great architecture does not depend on, rather is compromised by, this confusion. Many superb architects--who know that the limitations of architecture are to be respected rather than "screwed"--create splendid buildings while fulfilling the goals of their clients (SILBER, 2007)

### **3.5. Contrapondo as arquiteturas digitalistas e as arquiteturas silenciosas**

Quando colocam-se em contraposição essas duas formas de pensar a arquitetura e o projeto arquitetônico, temos duas formas de proceder que podem levar um observador incauto a pensar que trata-se de duas profissões diferentes.

O digitalismo parece justamente pretender atingir o oposto do que se espera da arquitetura segundo a sua tradição, ilustrada no já citado quaterno contemporâneo.

A sobriedade na arquitetura leva a projetos que insiram-se em seu contexto respeitando-o, sem rupturas abruptas, principalmente no meio urbano - como apresenta-se no quaterno contemporâneo. Busca correlacionar-se com seu entorno respeitando a cidade e suas preexistências. Procura construir sistemas de relações, como bem colocou Helio Piñon citado anteriormente. Leva em consideração a região (com os materiais e técnicas construtivas disponíveis) e a sociedade (pela sua história e tradição) na tomada de decisões.

Antagonicamente, o digitalismo - ao menos na figura da maioria de seus mais conhecidos expoentes - trata seus projetos como que isolados, monumentos aos quais a cidade deve subjugar-se e adequar-se. Dificilmente propõem-se a relacionar-se com seu entorno, e se o fazem é de forma quase caricatural, tal qual o museu de Bilbao. Importam materiais e técnicas servindo-se da globalização para categoricamente ignorar a história e a tradição da sociedade para a qual a edificação servirá. Ou ainda, absurdamente, tomam um ou outro material isolado da região e em cima disso vangloriam-se de "respeitar" certa história, quando na verdade seu maior interesse é a auto-promoção através do marketing gerado.

A construção dentro das arquiteturas silenciosas preza por uma estrutura clara e bem solucionada, que tenha razão de explorar poucos apoios,

grandes vãos ou balanços. Utiliza-se da evolução das mais diversas técnicas para a vedação das construções, sem fechar-se para novas tecnologias.

O digitalismo preza muito mais pela estranheza de sua forma e claramente deixa em segundo plano a estanqueidade de suas edificações (como vimos nos capítulos anteriores). Geralmente necessita de malabarismos técnicos para manter-se em pé levando a maiores custos estruturais e tem uma construção complicada e onerosa, que depende do emprego de tecnologias desenvolvidas para resolver justamente os problemas gerados pelo próprio projeto. Por sinal, essa uma grande incoerência já que como bem descreveu Francis Ching, a arquitetura é a resposta a um problema e no digitalismo a solução para um problema gera mais problemas.

A construção de arquiteturas silenciosas pode ser (e geralmente o é) planejada tanto com relação aos prazos de execução quanto aos custos nas suas diferentes etapas. Já para arquiteturas digitalistas, como vimos anteriormente, isso não ocorre. Atrasos são comuns e chegam a passar do dobro do tempo estimado para execução - caso da estação de metrô de Calatrava em Nova Iorque - bem como os custos, que não bastassem ser absurdamente mais elevados com relação a projetos de arquiteturas mais sóbrias, tendem a ser extrapolados de uma forma acintosa a quem paga por essa arquitetura (geralmente a sociedade).

Com relação ao programa, as arquiteturas silenciosas tem nele a base para o desenvolvimento do projeto, sem necessariamente ater-se somente ao mesmo - já que é qualidade inerente à profissão a proposição de soluções que extrapolem as reivindicações do programa.

No digitalismo o programa está mais para um entrave as vontades do arquiteto, e geralmente tende a ser ignorado. Como vimos no Stata Center de Gehry, a necessidade dos cientistas de privacidade para desenvolverem suas pesquisas parece ser menos importante que a vontade do arquiteto de criar ambientes amplos e integrados, já que assim o interior da edificação fica "melhor".

Por fim, as estruturas formais nas arquiteturas silenciosas respeitam a evolução da profissão, aproveitando-se do conhecimento acumulado em centenas de anos de soluções estéticas e formais. Buscam embasar suas propostas na pesquisa e no conhecimento adquirido ao longo dos anos do profissional projetista, com seu acúmulo de repertório - assim sendo respeita os arquitetos mais experientes e a arquitetura feita no passado.

No digitalismo a solução formal busca fugir da tradição, quer ser diferente e almeja distanciar-se desta tanto quanto possível. A forma final tende a ser imposta ao projeto por métodos computacionais ou por esculturas excêntricas que necessitam de ferramentas computacionais para serem geradas digitalmente, projetadas e posteriormente construídas. Por sinal esse distanciamento da tradição leva repetidamente a problemas imprevistos no canteiro de obras dessas arquiteturas e a própria representação da mesma chega a ser incompreensível até para o projetista dela própria, levando-se a necessidade de documentação em centenas ou até milhares de pranchas.

### **3.6. As Arquiteturas Silenciosas no século XXI**

Essa oposição às "arquiteturas digitais" discutida acima, nas próximas páginas vai ser exposta como uma forma mais sóbria, a caracterização das arquiteturas silenciosas em si. Vamos explorar arquitetos e escritórios de arquitetura contemporâneos que desenvolvem uma arquitetura silenciosa, tal qual defendida por Mahfuz e Piñon - onde esta dissertação se apóia. Tal concepção será demonstrada por meio de imagens e fotos de obras e projetos, posto que as formulações teóricas já foram anteriormente exploradas.

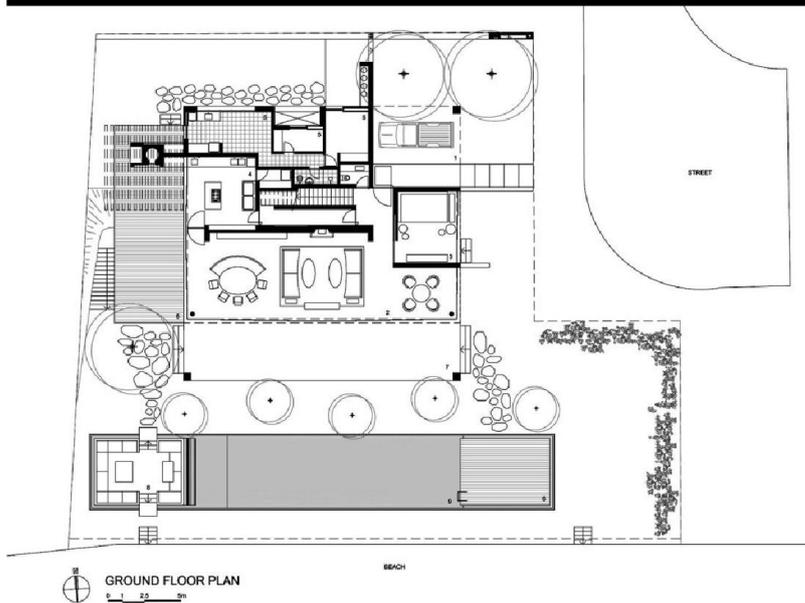
Os arquitetos selecionados foram, entre os brasileiros: MMBB arquitetura e urbanismo (em parceria com Paulo Mendes da Rocha), Isay Weinfeld, Álvaro Puntoni (Grupo SP), Ângelo Bucci (SPBR) e Hector Vigliecca; entre os estrangeiros: David Chipperfield, Eduardo Souto de Moura, Jordi Badia, Roberto Ercilla e Helio Piñon.

Evidentemente que diversos outros nomes que desenvolvem essa arquitetura, sóbria e silenciosa, não são aqui referidos, entre eles destacam-se: Edson Mahfuz, Peter Zumthor, John Pawson, Gustavo Penna, Marcelo Ferraz, Andrade Morettin, Thiago Bernardes, Kieran Timberlake, John Pawson, entre inúmeros outros.



Figura 44 - Escritório MMBB em parceria com Paulo Mendes da Rocha, Museu dos Coches em Porto, Portugal - Montagem: autor

Arquiteto Isay Weinfeld  
Casa Iporanga - 2006



Fonte: <http://archtendencias.com.br> / Nelson Kon



Fonte: <http://archtendencias.com.br> / Nelson Kon

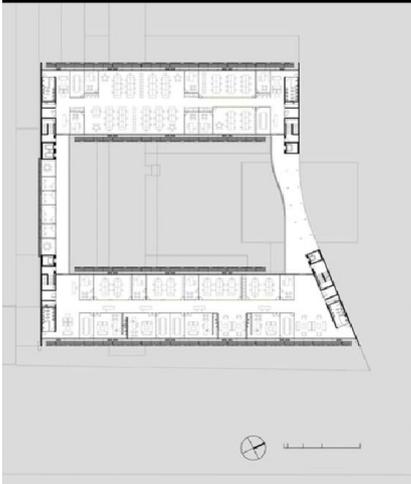


Fonte: <http://archtendencias.com.br> / Nelson Kon

Fonte: <http://archtendencias.com.br> / Nelson Kon

Figura 45 - Arquiteto Isay Weinfeld, casa em Iporanga - Montagem: Autor

Grupo SP - Arquiteto Álvaro Puntoni  
Sede do SEBRAE Nacional em Brasília - 2008



Fonte: <http://www.gruposp.arq.br>



Fonte: <http://www.gruposp.arq.br>



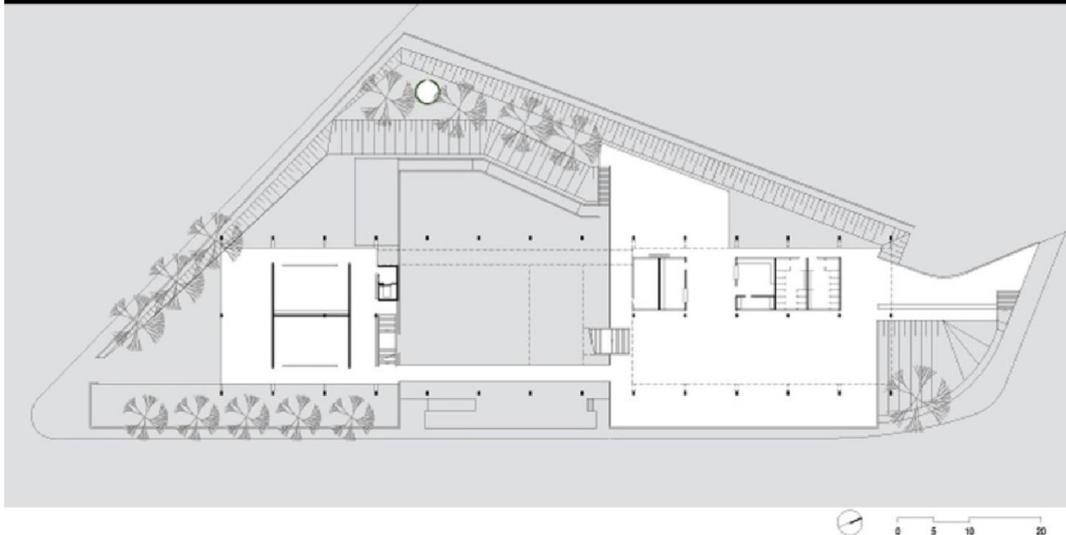
Fonte: <http://www.gruposp.arq.br>



Fonte: <http://www.gruposp.arq.br>

Figura 46 - Arquiteto Álvaro Puntoni (Grupo SP). Sede do SEBRAE Nacional em Brasília -  
Montagem: autor

SPBR - Arquiteto Ângelo Bucci  
Escola FDE Jardim Ataliba Leonel 2003-2006



Fonte: [www.spbr.arq.br](http://www.spbr.arq.br)



nelson kon  
Fonte: [www.spbr.arq.br](http://www.spbr.arq.br) / Nelson Kon



Fonte: [www.spbr.arq.br](http://www.spbr.arq.br) / Nelson Kon

Fonte: [www.spbr.arq.br](http://www.spbr.arq.br) / Nelson Kon

Figura 47 - Arquiteto Ângelo Bucci (SPBR Arquitetura). Escola FDE em São Paulo. Montagem: autor

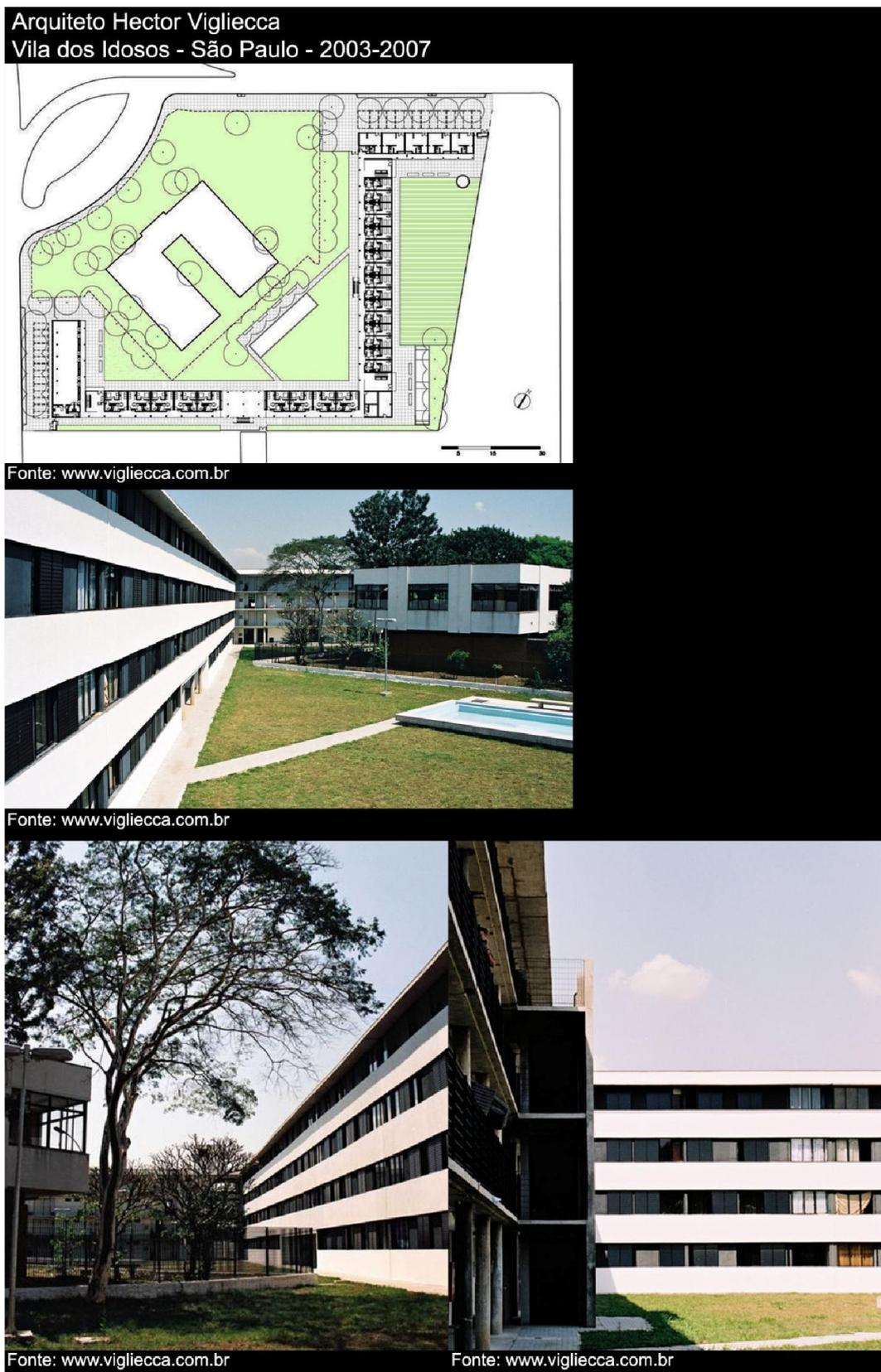
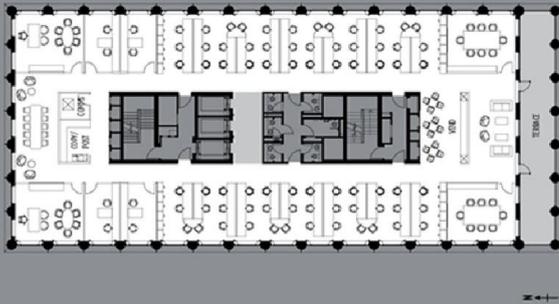


Figura 48 - Arquiteto Hector Vigliecca. Casa do Idoso em São Paulo - Montagem: autor

Arquiteto David Chipperfield  
Gridiron, One St. Pancras Square - 2014



Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com) / Gridiron



Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com) / Gridiron



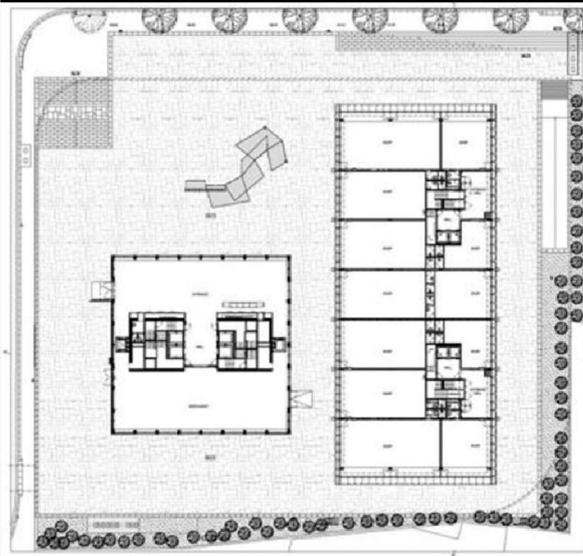
Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com) / Gridiron



Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com) / Gridiron

Figura 49 - Arquiteto David Chipperfield. Edifício Gridiron. Montagem: autor

Arquiteto Eduardo Souto de Moura (Portugal)  
Burgo Tower - Porto - 2007



Fonte: <http://pt.urbarama.com/>

Fonte: <http://www.archdaily.com/>  
Fernando Guerra



Fonte: <http://www.archdaily.com/> / Fernando Guerra

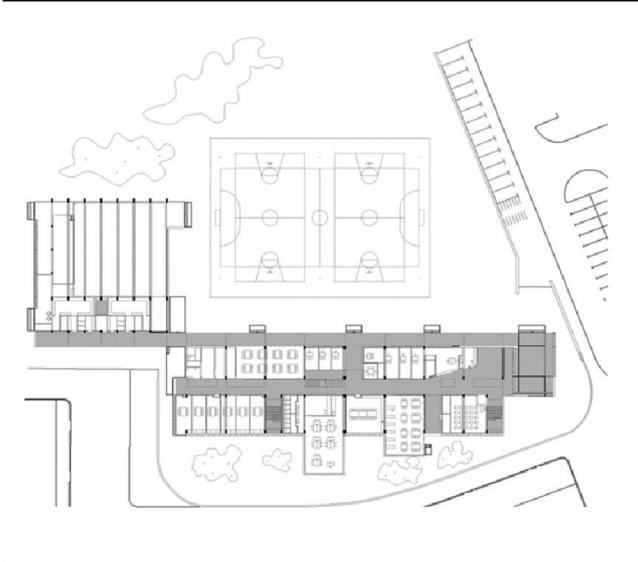


Fonte: <http://www.archdaily.com/> / Fernando Guerra

Fonte: <http://www.archdaily.com/> / Fernando Guerra

Figura 50 - Arquiteto Eduardo Souto de Moura. Torre Burgo. Montagem: autor

Arquiteto Jordi Badia (Espanha)  
Els Gorgs Institute - 2007



Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)

Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com) / Pedro Pegenaute



Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com) / Pedro Pegenaute



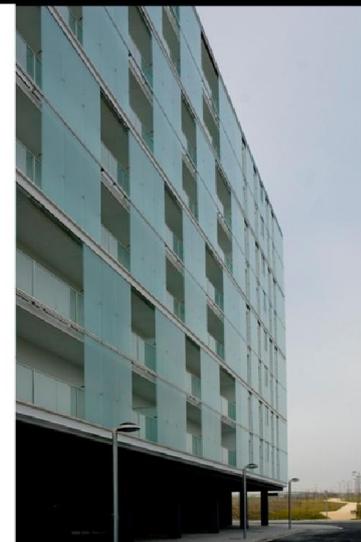
Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com) / Pedro Pegenaute

Figura 51 - Arquiteto Jordi Badia. Instituto EsI Gorg. Montagem: autor

Arquiteto Roberto Ercilla  
Housing Units in Salbúrua - 2009



Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)



Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com) /  
Pedro Pegenaute



Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com) / Pedro Pegenaute



Fonte: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com) / Pedro Pegenaute

Figura 52 - Arquiteto Roberto Ercilla. Unidade Residencial em Salbúrua, Espanha. Montagem: autor



Figura 53 - Arquiteto Helio Piñon - Entorno do Jockey Clube, Porto Alegre. Montagem: autor

## 4. ARGUMENTOS FINAIS

A sociedade recentemente passou por um período de grandes alterações tecnológicas com a inserção dos meios digitais. Tal processo veio acompanhado de mudanças, as quais devem ser pensadas e discutidas nas diversas esferas sociais. Na arquitetura não deve ser diferente. A arte milenar de construir está alterando-se com o surgimento e a implementação de novas ferramentas projetuais vinculadas ao uso do computador. Porém, as alterações estão muito mais baseadas no *modo de se fazer* (modificando o processo de projeto) do que com o *modo de se pensar*.

Viu-se que a arquitetura que evoluiu da tradição moderna não foi superada pelas novas vertentes de pensamento da disciplina. Dentro da defesa de arquiteturas silenciosas, deve-se inserir o computador como uma potente ferramenta que deve se adequar a forma de projetar que evoluiu da tradição moderna.

Dentro do meio acadêmico brasileiro, fica evidente a falta de aprofundamento das questões relativas ao uso das ferramentas digitais no projeto arquitetônico. Muitos daqueles que se dispuseram a pesquisar e a escrever sobre o assunto, voltaram-se para questões ferramentais técnicas, deixando de lado o debate a respeito do quê se produz com o computador.

Alguns assumiram e defenderam um "novo paradigma arquitetônico" e poucos se posicionaram a favor da "arquitetura silenciosa". Pode-se sugerir um motivo dessa ocorrência: os pesquisadores que se voltaram ao estudo do computador aplicado na arquitetura, em geral, já estão "seduzidos" pelo discurso digitalista e, nesse sentido, direcionam a sua abordagem, deixando de lado questões cruciais para a crítica à essa arquitetura como, por exemplo, sua função perante a sociedade, seu relacionamento com o entorno, seus custos, entre outros fatores já citados no texto.

É de crucial relevância o debate no meio acadêmico a respeito da utilização das novas tecnologias, principalmente para que se possa, nas

escolas de arquitetura, abordar-se a utilização do computador sem estigmas ou adorações débeis. Tal qual as ferramentas de desenho convencionais, o computador deve ser ensinado desde os primeiros semestres, subordinado à "correta forma de projetar".

No terceiro capítulo, buscou-se estudar a inserção do computador no processo projetual, defendendo-se a forma de se projetar das arquiteturas silenciosas. Mostrou-se como o computador entrou no meio profissional e foi alterando o espaço a ponto de ser hoje uma ferramenta que pode servir de diferentes maneiras nas diversas etapas do processo de projeto, mesmo quando subordinado a critérios que evoluíram a partir da experiência moderna.

Ou seja, e isso é fundamental, o computador não impõe uma nova forma de projeto, muito pelo contrário, ele se adéqua perfeitamente a forma moderna de projeto pregada por Piñon e ainda acrescenta como ferramenta de suporte visual rápida e confiável.

Ainda dentro da discussão no processo de projeto, buscou-se explorar que o computador agrega no ambiente projetual inúmeras formas de verificação da qualidade do projeto em desenvolvimento - seja nos quesitos formais/estéticos ou inserção no entorno, seja em quesitos técnicos como eficiência energética, acústica, estrutural entre outras.

O computador também permite a modelagem para visualização, mas ainda mais importante que isso, a capacidade de simulação de um objeto, podendo inserir todos os projetos complementares em um único modelo que antevê a edificação. Dessa maneira, o arquiteto desenvolve o pleno controle sobre todas as etapas do projeto e até mesmo da construção. Um modelo que ao mesmo tempo provê imagens tridimensionais - do como se *vê* a arquitetura - provê também plantas, cortes, fachadas e detalhamentos - o como se *constrói* a arquitetura.

Nesta **capacidade de controle pleno do objeto virtual** é que reside a maior virtude do computador na disciplina da arquitetura, seguida da

**possibilidade de se projetar construindo** (maior vantagem no ensino de projeto).

Para os profissionais, além das possibilidades do modelo digital, vê-se que o computador leva o ambiente projetual para um meio digital, que tem que ser dominado e ao qual devemos nos dirigir para poder projetar. Além disso, há seis propriedades fundamentais que alteram a forma de representação e comunicação do projeto: *a flexibilidade, a capacidade de interligações, o gerenciamento, a visualização, a inteligência e a conectividade*.

Por fim, tentou-se estabelecer uma visão de que as novas ferramentas digitais não levam a uma "nova arquitetura", as formas difíceis não são respostas a anseios ou necessidades da sociedade, e sim uma **escolha** feita pelos arquitetos. A escolha dessa arquitetura de formas difíceis vem de uma visão deturpada do *pós-modernismo*, Mahfuz abordou essa questão:

Segundo Tzonis e Lefaivre, essa nova tendência se caracteriza pela seguinte série de atributos básicos: a) formalismo: preocupação absoluta com o aspecto visual dos projetos; b) grafismo: fascinação pelo poder evocativo de desenhos e maquetes; c) hedonismo: o ato de projetar como fonte de gratificação; d) elitismo: o arquiteto como árbitro supremo da qualidade do ambiente construído; e) vanguardismo: crença na originalidade de suas ideias; f) anti-funcionalismo: rejeição não só da estética funcionalista, mas da própria ideia de função. A intenção de uma arquitetura dotada de tais atributos seria valorizar o objeto arquitetônico, tornando-o desejável e consumível num período em que o mercado está em crise (MAHFUZ, 2001).

Dentro da visão de crítica ao que se denominou aqui de digitalismo, buscou-se estabelecer um discurso impactante. Essa arquitetura de formas complexas é uma grande dissipação de trabalho visando à exposição e defesa da concentração simbólica de poder e riqueza. Seu resultado é, para Arantes (2010), "simultaneamente admirável e degradante, surpreendente e infame". Esse tipo de arquitetura só encontra espaço em uma sociedade desigual, onde as necessidades mais básicas não são atendidas adequadamente, ou seja, é

também fruto da necessidade exibicionista do mundo globalizado, onde o que mais importa é o *status* social.

Por fim, Josep Maria Montaner (2001), com uma visão que este trabalho compartilha integralmente, muito bem adverte que a opção pelo uso tecnológico junto com a capacidade de transformação do ser humano devem ser conjugados com a reflexão a partir da sua história, da consciência do valor dos símbolos e do respeito pelo entorno. Para ele, o grande desafio da arquitetura atualmente é saber progredir utilizando todas as disposições científicas e tecnológicas sem esquecer a memória e saber substanciar cada edifício com um papel, de forma a não cair em "mitificações mecânicas nem em fundamentalismos historicistas". Ainda afirma que é fundamental que a arquitetura saiba acomodar sua pesada herança dentro das possibilidades da ciência e tecnologia atuais e futuras, porém sem perder a capacidade de saber progredir e nem esquecer o enorme esforço humano acumulado (MONTANER, 2001).

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 - Catedral de Notredame em Paris (1163 a 1235). Exemplar de uma arquitetura que ainda não se utilizava da separação projeto/contrução. Fonte: Carlos Delgado em wikipedia.org.....	11
Figura 2 - Basílica de São Pedro por Michelangelo Buonarroti, 1520. Exemplar de uma arquitetura renascentista, momento no qual o arquiteto teve sua posição social elevada. Fonte: compassguy.com .....	12
Figura 3 - Partenon de Ictino, Calícrates e Fídias (447 a 432 a.c.). A primeira revolução na profissão, a arquitetura grega caracteriza os "estilos" os quais posteriormente serão difundidos pelos romanos. Fonte: Nesta Vásquez / Flickr.com.....	14
Figura 4 - Vila Capra (conhecida como Rotonda) de Andrea Paladio (1550). Planta baixa redesenhada. Fonte: historiaearquitetura.blogspot.com.....	15
Figura 5 - Vila Capra (conhecida como Rotonda) de Andrea Paladio (1550). Os projetos de Paladio são a caracterização da segunda revolução da profissão. Fonte: Hans Rosbach.....	15
Figura 6 - Herzog & de Meuron: segundo Portella, expoente dos "volumes pixelados". Montagem: autor.....	21
Figura 7 - Jean Nouvel: segundo Portella, expoente da "colagem de novas geometrias". Montagem: autor .....	22
Figura 8 - Dominique Perrault expoente da "Forma e Abstração", conforme Portella. Montagem: autor .....	23
Figura 9 - Frank Gehry , de acordo com Portella, expoente da arquitetura digital de Massas Ondulantes. Montagem: autor.....	24
Figura 10 – FOA, expoente da arquitetura digital de "Processos de Fuidez", citando Portella. Montagem: autor.....	25
Figura 11 – NOA, expoente da "arquitetura informacional", conforme Portella. Montagem: autor .....	26

- Figura 12 - Greg Lynn, expoente da arquitetura digital da "Forma animada", segundo Portella. Montagem: autor ..... 27
- Figura 13 - O quaterno contemporâneo. Fonte: Edson Mahfuz em [www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br) ..... 31
- Figura 14 - Esquema geral da busca bibliográfica relacionada ao "projeto arquitetônico digital" no Banco de Teses da CAPES (Fonte: <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/>) ..... 34
- Figura 15 - O homem vitruviano de Leonardo da Vinci (1490) - Fonte: <http://en.wikipedia.org> ..... 51
- Figura 16 - Frank Lloyd Wright trabalhando com seu aparato instrumental. Fotografia de Circa em 1924 - Fonte: <http://www.steinerag.com>..... 52
- Figura 17 - Ivan Sutherland e o Sketchpad (1963) Fonte: <http://www.danieldavis.com>..... 53
- Figura 18 - Primeira versão do Autocad (1982) Fonte: <http://www.wired.com> . 55
- Figura 19 - O desenho como instrumento mediador, serve tanto para comunicação do projeto para um terceiro como para o próprio projetista. Primeiros estudos para o projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPARG-UFRGS. Fonte: autor ..... 61
- Figura 20 - Os "croquis digitais" servem para testar hipóteses de projeto, o computador como novo instrumento mediador. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPARG-UFRGS. Fonte: autor..... 62
- Figura 21 - O desenho em meio digital, o novo instrumento de mediação. Planta baixa - Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPARG-UFRGS. Fonte: autor ..... 62
- Figura 22 - Inserção do modelo tridimensional em foto aérea. A modelagem como instrumento mediador e simulador de uma (possível) realidade futura.

- Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor ..... 63
- Figura 23 - Imagem da praça e da edificação. O computador possibilitando a criação de todo o conjunto - edificação e entorno. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor..... 63
- Figura 24 - Imagem interna, a simulação do interior e de sua relação com o exterior. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor ..... 64
- Figura 25 - Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor ..... 64
- Figura 26 - O computador trabalha com uma série de dados abstratos estruturados a fim de definir formas geométricas. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor..... 68
- Figura 27 - A finalidade da computação gráfica é de produzir imagens que satisfaçam as expectativas do nosso sistema visual. Projeto de um Centro Comunitário desenvolvido na disciplina O Sentido da Arquitetura Moderna, ministrada por Edson Mahfuz no PROPAR-UFRGS. Fonte: autor..... 68
- Figura 28 - O computador como ferramenta de concepção e verificação. Série de testes volumétricos tridimensionais, de onde saiu a solução formal final aprovada pelo cliente e posteriormente construída. Projeto: Lineastudio Arquiteturas - Fonte das imagens e foto: autor. .... 82
- Figura 29 - O modelo tridimensional funções de apresentação e verificação do projeto. Fonte: <http://estudioamerica.com/> ..... 86

Figura 30 - O modelo tridimensional funções de apresentação e verificação do projeto. Fonte: <a href="http://estudioamerica.com/">http://estudioamerica.com/</a> .....	86
Figura 31 - Modelo de uma edificação com projeto BIM (Building Information Model) - Fonte: <a href="http://www.wrnsstudio.com/">http://www.wrnsstudio.com/</a> / Jason Halaby .....	90
Figura 32 - O projetar construindo, uma possibilidade da modelagem. Fonte: <a href="http://www.giswebsite.com">http://www.giswebsite.com</a> .....	92
Figura 33 - Museu Guggenheim Bilbao de Frank Gehry - Fonte: <a href="http://en.wikipedia.org/">http://en.wikipedia.org/</a> / MykReeve.....	99
Figura 34 - Grand Stade de Bordeaxu. A busca pela imaterialidade de Herzog e de Meuron - Fonte: <a href="http://www.archdaily.com/">http://www.archdaily.com/</a> / Herzog e de Meuron.....	100
Figura 35 - Disney Concert Hall em construção. Frank Gehry - Fonte: <a href="http://www.arcspace.com/">http://www.arcspace.com/</a> / Kirsten Kiser .....	103
Figura 36 - O pássaro para a olimpíada de Barcelona. Frank Gehry - Fonte: <a href="http://www.teocalc.se">http://www.teocalc.se</a> .....	103
Figura 37 - Cidade da Cultura da Galícia na Espanha de Peter Eisenman - Fonte: <a href="http://archinect.com/">http://archinect.com/</a> / Fundación Cidade da Cultura de Galicia.....	105
Figura 38 - Cidade da Cultura da Galícia de Peter Eisenman. Modelo de análise volumétrica - Fonte: <a href="http://archinect.com/">http://archinect.com/</a> / Peter Eisenman .....	106
Figura 39 - Uma das pontes em Haarlemmermeer, projeto de Santiago Calatrava - Fonte: <a href="http://www.panoramio.com/">http://www.panoramio.com/</a> / Feitse Boerwinkel .....	108
Figura 40 - Ground Zero Station, projeto de Calatrava em Nova Iorque. Fonte: <a href="http://architecture.about.com/">http://architecture.about.com/</a> / Calatrava.....	108
Figura 41 - Vinícola em Álava, projeto de Calatrava - Fonte: <a href="http://www.flickr.com/">http://www.flickr.com/</a> / Jose Moran Moya .....	109
Figura 42 - Steven Holl's Simmons Hall, projeto de Steven Holl - Fonte: <a href="http://en.wikipedia.org/">http://en.wikipedia.org/</a> / Mido.....	111
Figura 43 - Ray and Maria Stata Center, projeto de Frank Gehry - Fonte: <a href="http://www.flickr.com/">http://www.flickr.com/</a> / O. Benny.....	112

Figura 44 - Escritório MMBB em parceria com Paulo Mendes da Rocha, Museu dos Coches em Porto, Portugal - Montagem: autor .....	118
Figura 45 - Arquiteto Isay Weinfeld, casa em Iporanga - Montagem: Autor...	119
Figura 46 - Arquiteto Álvaro Puntoni (Grupo SP). Sede do SEBRAE Nacional em Brasília - Montagem: autor .....	120
Figura 47 - Arquiteto Ângelo bucci (SPBR Arquitetura). Escola FDE em São Paulo. Montagem: autor .....	121
Figura 48 - Arquiteto Hector Vigliecca. Casa do Idoso em São Paulo - Montagem: autor .....	122
Figura 49 - Arquiteto David Chipperfield. Edifício Gridiron. Montagem: autor..	123
Figura 50 - Arquiteto Eduardo Souto de Moura. Torre Burgo. Montagem: autor .....	124
Figura 51 - Arquiteto Jordi Badia. Instituto Esl Gorg. Montagem: autor .....	125
Figura 52 - Arquiteto Roberto Ercilla. Unidade Residencial em Salbúria, Espanha. Montagem: autor .....	126
Figura 53 - Arquiteto Helio Piñon - Entorno do Jockey Clube, Porto Alegre. Montagem: autor .....	127

## BIBLIOGRAFIA

**About.com** [Online] // About.com Architecture. - 2014. - <http://architecture.about.com>.

**Ackerman James S.** Architettura e Disegno. La Rapprestazione da Vitruvio a Ghry [Livro]. - Milão : Electa, 2003.

**Almeida Marcela Alves de** O Desejo de Desmaterialização da arquitetura: a plasticidade como processo [Periódico] // Risco - Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. - 2011/2.

**Alves Gilfranco Medeiros e Ghizzi Eluiza Bortolotto (orientadora)** O desenho analógico e o desenho digital: a representação do projeto arquitetônico influenciado pelo uso do computador e as possíveis mudanças no processo projetivo em arquitetura [dissertação de mestrado]. - Campo Grande : Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009.

**Arantes Otília B. F.** O lugar da arquitetura depois dos modernos [Livro]. - São Paulo : Studio Nobel, 1993.

**Arantes Pedro Fiori, Oseki Jorge Hajime (orientador) e Ronconi Reginaldo Luiz Nunes (orientador)** Arquitetura na Era Digital-financeira [tese de doutorado]. - São Paulo : Universidade de São Paulo - FAU USP, 2010.

**ArchDaily** [Online] // ArchDaily. - 2013. - <http://www.archdaily.com/>.

**Archinect.com** [Online] // Archinect Connecting Architects since 1997. - 2014. - <http://archinect.com>.

**ArchTendências** [Online] // ArchTendências. - 2014. - <http://archtendencias.com.br/>.

**arcspace.com** [Online] // Arc Space. - 2014. - <http://www.arcspace.com/>.

**Artigas João Batista Vilanova** Caminhos da Arquitetura [Livro]. - São Paulo : Pini, 1986.

**Banham Reyner** Teoria e projeto na primeira era da máquina [Livro] / trad. Coelho A. M. Golberg. - São Paulo : Perspectiva, 1979. - 2a : p. 515.

**Benevolo Leonardo** A arquitetura no novo milênio [Livro] / trad. Andrade Letícia Martins de. - São Paulo : Estação Liberdade Ltda., 2007.

**Benevolo Leonardo** O Último Capítulo da Arquitetura Moderna [Livro] / trad. Rodil José Eduardo. - São Paulo : Martins Fontes, 1985.

**calatravatelacava.com** [Online] // Santiago Calatrava Proyectos Ruinosos y Facturas sin IVA. - 2013. - <http://www.calatravatelacava.com>.

**capex.gov.br** [Online] // Capes Banco de Teses. - 2013. - <http://capexdw.capes.gov.br/>.

**Carneiro Gabriela e Tramontano Marcelo (orientador)** Objetos interativos: design e tecnologias da informação e comunicação [dissertação de mestrado]. - São Carlos : Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos, 2008.

**Carvalho Eder Santos** [Online] // História e Arquitetura. - 2014. - [historiaearquitetura.blogspot.com](http://historiaearquitetura.blogspot.com).

**Carvalho Gisele Lopes de** Ambientes cognitivos para a projeção: um estudo relacional entre as mídias tradicional e digital na concepção do projeto arquitetônico [Periódico] // SIGRADI-2005. - Pernambuco : [s.n.], 2005.

**compassguy.com** [Online] // Compass Guy. - 2013. - <http://compassguy.com/>.

**daley Suzanne** The New York Times [Online]. - 24 de Setembro de 2013. - [http://www.nytimes.com/2013/09/25/arts/design/santiago-calatrava-collects-critics-as-well-as-fans.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2013/09/25/arts/design/santiago-calatrava-collects-critics-as-well-as-fans.html?_r=0).

**Davis Daniel** [Online] // DanielDavis. - 2014. - <http://www.danieldavis.com/>.

**Dollens Dennis** De lo digital a lo analógico [Livro]. - Barcelona : Gustavo Gilli, 2002.

**Eco Umberto** Como se faz uma Tese [Livro]. - São Paulo : Editora Perspectiva, 1993.

**Edwards Betty** Desenhando com o Lado Direito do Cérebro [Livro] / trad. Raposo Roberto. - Rio de Janeiro : Ediouro, 1984.

**EstudioAmerica** [Online] // estudio america. - 2013. - <http://estudioamerica.com/>.

**flickr.com** [Online] // Flickr. - 2014. - <http://www.flickr.com> .

**floornature.com** [Online] // Floornature. - 2014. - <http://www.floornature.com/>.

**Flório Wilson e Romano Elisabetta (orientadora)** O uso de ferramentas de modelagem vetorial na concepção de uma arquitetura de formas complexas [tese de doutorado]. - São Paulo : Universidade de São Paulo - FAU USP, 2005.

**Fontes Ramon Ribeiro e Longo Orlando Celso (orientador)** A Importância das Ferramentas de Representação Gráfica no Processo de Concepção do Projeto Arquitetônico [dissertação de mestrado]. - Rio de Janeiro : Universidade Federal Fluminense - Escola de Engenharia Civil, 2007.

**giswebsite** [Online] // Gis Website. - 2010. - <http://www.giswebsite.com>.

**glform.com** [Online] // Greg Lynn Form. - 2013. - <http://glform.com/>.

**Gropius Walter** Bauhaus: Nova arquitetura [Livro]. - São Paulo : Editora Perspectiva, 1972.

**GrupoSP** [Online] // GrupoSP. - 2013. - <http://www.gruposp.arq.br/>.

**Hernández Luis Agustín** Hacia el Proyecto Digital [Periódico] // Revista Expresión Gráfica Arquitectónica Nº 18. - 2011.

**Hume Christopher** Frank Gehry's game-changing design challenges Toronto's rigidity: Hume [Online] // The Star. - [http://www.thestar.com/news/gta/2013/11/20/frank\\_gehrys\\_gamechanging\\_design\\_challenges\\_torontos\\_rigidity\\_hume.html](http://www.thestar.com/news/gta/2013/11/20/frank_gehrys_gamechanging_design_challenges_torontos_rigidity_hume.html).

**Ibelings Hans** Supermodernismo. Arquitectura en la era de la Globalización [Livro]. - Barcelona : Gustavo Gilli, 1998.

**Kalay Yehura** Architecture's New Media: principles, theories, and methods of computer aided design [Livro]. - Cambridge, Massachusetts (EUA) : The MIT Press, 2004.

**Kolarevic Branko** Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing [Livro]. - Nova Iorque : Taylor & Francis, 2003. - 1a.

**Krauel Jacobo** Contemporary Digital Architecture Design & Techniques [Livro]. - Barcelona : Links, 2009.

**kuarc** [Online] // KU School of Architecture, Design & Planning. - 2011. - <http://kuarc.blogspot.com>.

**Lacombe Octavio Lima Mendes e Ferrara Lucrécia D'Aléssio (orientador)** Diagramas Digitais: pensamento e gênese da arquitetura mediada por tecnologia numéricas [tese de doutorado]. - São Paulo : Universidade de São Paulo - FAU USP, 2006.

**Lefort Eduardo Carazo** Maqueta o Modelo Digital. La Pervivencia de un Sistema [Periódico] // Revista Expresión Gráfica Arquitectónica Nº 17. - 2011.

**Levy Pierre** As Tecnologias da Inteligência: o Futuro do Pensamento na Era da Informática [Livro] / trad. Costa Carlos Irineu da. - Rio de Janeiro : Editora 34, 1993. - p. 203.

**Lévy Pierre** O que é virtual? [Livro] / trad. Neves Paulo. - São Paulo : Editora 34, 1996. - 1a : p. 160.

**Lynch Kevin** A Imagem da Cidade [Livro] / trad. Camargo Jefferson Luiz. - São Paulo : Martins Fontes, 2006.

**Machado Silvana Rocha Brandão e Lima Fernando Rodrigues (orientador)** Procedimentos de Projeto na Era Digital: um estudo sobre os impactos das novas tecnologias de computação gráfica aplicadas aos projetos de arquitetura e engenharia. [tese de doutorado]. - Rio de Janeiro : Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

**Mahfuz Edson da Cunha** Cadernos de Arquitetura Ritter Ritter dos Reis. V.1. O Clássico, o poético e o erótico e outros ensaios [Livro]. - Porto Alegre : Editora Ritter dos Reis, 2001.

**Mahfuz Edson da Cunha** Ensaio sobre a Razão Compositiva; uma investigação sobre a natureza das relações entre as partes e o todo na composição arquitetônica [Livro]. - Belo Horizonte : Viçosa: UFV Impr. Univ., 1995.

**Mahfuz Edson da Cunha** Reflexões sobre a construção da forma pertinente [Online] // Vitruvius - Arquitectos. - 04 de Fevereiro de 2004. - <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/04.045/606>.

**Marcos Carlos** Algoritmos, Formatividad y Abstracción Parametrizada [Periódico] // Revista Expresión Gráfica Arquitectónica. - 2010.

**Martinez Alfonso Corona** Ensaio sobre o Projeto [Livro] / trad. Spaltemberg Ane Lise. - Brasília : Universidade de Brasília, 2000. - p. 198.

**metalocus.es** [Online] // Metalocus Revista. - 2013. - <http://metalocus.es/>.

**Minder Raphael** Spanish Opera House to Lose Crumbling Facade by Star Architect [Online] // The New York Times. - 12 de Janeiro de 2014.

**Mitchell William J.** Architecture and the Second Industrial Revolution. The Harvard Architectural Review [Livro]. - [s.l.] : Harvard, 1989.

**Mitchell William J.** Computer Aided Architectural Design [Livro]. - Nova Iorque : Nostrand Reinhold Company, 1977.

**Mitchell William** The Logic of Architecture [Livro]. - Cambridge (MA, EUA) : The MIT Press, 1990.

**MMBB** MMBB [Online]. - 2013. - <http://www.mmbb.com.br>.

**Montaner Josep Maria** Depois do Movimento Moderno: Arquitetura da segunda metade do século XX [Livro] / trad. Mattos Maria Beatriz da Costa. - Barcelona : Editorial Gustavo Gili, 2001.

**Morais Helen Rachel Aguiar e Silva Neander Furtado (orientador)** Complexidade e customização em massa na arquitetura contemporânea [dissertação de mestrado]. - Brasília : Universidade de Brasília, 2010.

**Morrone Francis** When Buildings Stopped Making Sense [Online] // The Wall Street Journal. - 23 de Novembro de 2007. - <http://online.wsj.com/news/articles/SB119578134568501693>.

**Natividade Verônica Gomes e Ventura Alessandro (orientador)** Fraturas Metodológicas nas Arquiteturas Digitais [dissertação de mestrado]. - São Paulo : Universidade de São Paulo - FAU USP, 2010.

**Negroponte Nicholas** Being Digital [Livro]. - EUA : Alfred Knopf, 1998.

**Neutelings Willem Jan** Bolhas, pixels e sutiãs [Blobs, pixels and push-up bras] [Online] // Vitruvius - Arquitextos. - Outubro de 2001. - <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/02.017/844>.

**Oliveira Alessandra Arenales Salgado de e Ruschel Regina Coeli (orientadora)** Utilização da Animação Computacional na Verificação do Programa Arquitetônico de Necessidades [dissertação de mestrado]. - Campinas : Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Civil, 2003.

**Oliveira Juliano Carlos Cecílio Batista e Pinto Gelson de Almeida (orientador)** Construindo com Bits: análise do processo de projeto assistido por computador [dissertação de mestrado]. - São Carlos : Universidade de São Paulo, 2007.

**Oliveira Marina Rodrigues de e Fabricio Márcio Minto (orientador)** Modelagem Virtual e Prototipagem Rápida Aplicadas em Projeto de Arquitetura [dissertação de mestrado]. - São Carlos : Universidade de São Paulo - Arquitetura e Urbanismo, 2011.

**Ostrower Fayga** Criatividade e Processos de Criação [Livro]. - Petrópolis : Vozes, 1987.

**Paixão Victor Longo Cesar e Koury Ana Paula (orientadora)** Analógico e Digital: do desenho ao modelo, do modelo ao desenho [dissertação de mestrado]. - São Paulo : Universidade São Judas Tadeu, 2011.

**Panoramio.com** [Online] // Panoramio. - 2014. - <http://www.panoramio.com/>.

**Perez-Gomes Alberto e Pelletier Louise** Architectural Representation and the Perspective Hinge [Livro]. - Cambridge (MA, EUA) : The MIT Press, 1997.

**Pevsner Nikolaus** Os Pioneiros do Desenho Moderno: De William Morris a Walter Gropius [Livro] / trad. Monteiro João Paulo. - São Paulo : Martins Fontes, 1994.

**Piazzalunga Renata** A Virtualização da Arquitetura [Livro]. - Campinas : Papyrus Editora, 2005.

**Picon Antoine** Digital Culture in Architecture [Livro]. - Basel, Suíça : Ed. Birkhauser, 2010.

**Piñon Helio** Teoria do Projeto [Livro] / trad. Mahfuz Edson da Cunha. - Porto Alegre : Livraria do Arquiteto, 2006. - p. 227.

**Portella Underléa Bruscato** De lo Digital en Arquitectura [tese de doutorado]. - Barcelona : ETSAB / UPC, 2006. - p. 278.

**Ribeiro Orlando e Silva Elvan (orientador)** Ciberspaço Projetual [dissertação de mestrado]. - Curitiba : PUCPR - UFRGS/PROPAR, 2003.

**Robbins E.** Why Architects Draw [Livro]. - Cambridge (MA, EUA) : The MIT Press, 1994.

**Rocha Isabel e Fuão Fernando Freitas (orientador)** Programa e Projeto na Era Digital: O Ensino de Projeto de Arquitetura em Ambientes Virtuais [tese de doutorado]. - Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul - PROPAR, 2009.

**Rodrigues Daniela Diniz e Romero Marta Adriana Bustos (orientadora)** O avesso e o direito de um floco de nuvem, metáforas da geometria digital [dissertação de mestrado]. - Brasília : Universidade de Brasília - Arquitetura e Urbanismo, 1997.

**Rossi Aldo** A Arquitetura da Cidade [Livro]. - São Paulo : Martins Fontes, 2001. - 2a : p. 310.

**Royzen Beatriz Gonçalves Boskovitz e Puntoni Geraldo Vespaziano (orientador)** Os Recursos da Computação Gráfica na Elaboração de Projetos [dissertação de mestrado]. - São Paulo : Universidade de São Paulo, 2009.

**Santos Ivan Lubarino Piccoli dos e Alonso Carlos Egídio (orientador)** Mídia Eletrônica e Agenciamentos de Significados para a Arquitetura e Design [tese de dissertação]. - São Paulo : Universidade de São Paulo- FAU USP, 2010.

**Sguizzardi Silvio e César João Carlos de Oliveira (orientador)** Modelando o Futuro: A Evolução do Uso de Tecnologias Digitais no Desenvolvimento de Projetos de Arquitetura [dissertação de mestrado]. - São Paulo : Universidade de São Paulo - FAU USP, 2011.

**Silber John** Architecture of the Absurd: How "Genius" Disfigured a Practical Art [Livro]. - EUA : Quantuck Lane, 2007.

**SPBR Ângelo Bucci** [Online] // SPBR. - 2013. - <http://www.spbr.arq.br/>.

**Steele James** Arquitectura y Revolución Digital [Livro]. - Cidade do México : Gustavo Gilli, 2001.

**steinerag.com** [Online] // Steiner Agency Inc. - 2013. - <http://www.steinerag.com>.

**Taboada José Antonio Franco** Sobre Perspectiva, Fotografía e Infografía. Apuntes para una Fenomenología de la Representación [Periódico] // Revista Expresión Gráfica Arquitectónica Nº17. - 2011.

**Teixeira Paulo Sérgio e Ferrara Lucrecia D'Aléssio (orientadora)** espaço e arquitetura: entre o analógico e o digital [dissertação de mestrado]. - São Paulo : Universidade de Sao Paulo - FAU USP, 2005.

**teokonsult.com** [Online] // TEO Consult. - 1996. - <http://www.teocalc.se>.

**urbarama.com** [Online] // Urbarama. - 2013. - <http://pt.urbarama.com/>.

**Venturi Robert** Complexidade e Contradição em Arquitetura [Livro] / trad. Cabral Álvaro. - São Paulo : Martins Fontes, 2004.

**Vigliecca Hector** [Online] // Vigliecca Associados. - 2013. - <http://www.vigliecca.com.br>.

**Vincent Charles de Castro** Processo de Projeto e Computação Gráfica: uma abordagem didática [tese de doutorado]. - São Paulo : Universidade de São Paulo, 2002.

**vitruvius.com.br** [Online] // Vitruvius. - 2014. - <http://www.vitruvius.com.br/>.

**Wikipedia** [Online] // Wikipedia. - 2014. - <http://en.wikipedia.org>.

**Wired** [Online] // Wired. - 2012. - <http://www.wired.com/>.

**Wrnsstudio** [Online] // WRNS STUDIO. - 2013. - <http://www.wrnsstudio.com>.

**Zevi Bruno** Saber Ver a Arquitetura [Livro] / trad. Maria Isabel Gaspar Gaëtan Martins de Oliveira. - São Paulo : WMF Martins Fontes, 1984. - 6a.

