

VINICIUS ROCHA RODRIGUES MORAIS

**O PROJETO E A IMAGEM**

**A INTERFACE ENTRE REPRESENTAÇÃO E INVESTIGAÇÃO PROJETUAL EM  
ARQUITETURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Tecnologia da Construção.

Orientador: Prof. CARLOS ALBERTO PEREIRA SOARES, D. Sc.

Co-Orientador: Prof. MARCOS MARTINS BORGES, D.Sc.

NITERÓI

2008

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de  
Computação da UFF

M827 Morais, Vinicius Rocha Rodrigues.

O projeto e a imagem : a interface entre representação e  
investigação projetual em arquitetura / Vinicius Rocha  
Rodrigues Morais. – Niterói, RJ : [s.n.], 2008.

104 f.

Orientadores: Carlos Alberto Pereira Soares, Marcos  
Martins Borges.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -  
Universidade Federal Fluminense, 2008.

1. Tecnologia – Construção civil. 2. Gerência de projeto.  
3. Realidade virtual. 4. Desenho por computador. 5. Projeto  
arquitetônico. 6. Engenharia civil. I. Título.

CDD 692.5

VINICIUS ROCHA RODRIGUES MORAIS

**O PROJETO E A IMAGEM**

**A INTERFACE ENTRE REPRESENTAÇÃO E INVESTIGAÇÃO PROJETUAL EM  
ARQUITETURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Tecnologia da Construção.

Aprovada em agosto de 2008

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. CARLOS ALBERTO PEREIRA SOARES, D.Sc - Orientador  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. MARCOS MARTINS BORGES, D. Sc – Co-orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof. WAINER DA SILVEIRA E SILVA, Ph.D  
Universidade Federal Fluminense

NITERÓI  
2008

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à memória de minha  
avó Diva. Querida, sempre querida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus. Em seguida, a minha mãe Diva e à tia Marisa pela possibilidade de estudo que tive. Agradeço também ao professor Marcos Borges e Carlos Alberto pela atenção dispensada e principalmente à minha namorada Flávia. Sem vocês, e sem a compreensão de vocês, não teria sido possível a realização deste trabalho.

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

2D - Duas dimensões.

3D - Três dimensões.

3DS - Extensão de arquivos de transição em modelagem.

AEC - Arquitetura Engenharia e Construção.

AIA - American Institute of Architects (Instituto Americano de Arquitetos).

ARPA - Advanced Research Projects Agency.

ARTHUR - (Augmented Round Table for Architecture and Urban Planning).

AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura.

CAD - Computer Aided Design (Desenho auxiliado por computador).

DWG - Extensão de arquivos oriundos do software AutoCad.

EMBRAER -Empresa Brasileira de Aeronáutica.

E/S - Entrada e saída

HMD - Head-Mounted Displays.

HTML - HyperText Markup Language.

LOD - Level of Detail.

MIT - Massachusetts Institute of Technology.

MSN - Microsoft Service Network.

PC - Personal Computer (Computador pessoal).

RV - Realidade Virtual.

TI - Tecnologia da Informação.

UCS - Sistema de eixos x,y,z utilizados em programas de modelagem.

VRML - Virtual Reality Modeling Language.

VRML NG - Virtual Reality Modeling Language Next Generation.

WWW - World Wide Web.

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta-se como uma proposta de reflexão a respeito das formas de se representar integradas à atividade projetual no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Considera-se que a representação de um projeto é o ponto de partida da atividade criativa e que sua eficiência representativa pode evitar contratempos e indecisões entre o profissional e o cliente, estabelecendo maior eficiência no controle do processo de gerenciamento da obra. Parte-se da contextualização histórica, tipologias representativas e destas com as etapas de projeto. A partir daí, busca-se um entendimento das etapas da atividade projetual e sua interferência na prática representativa, levando-se em consideração as possibilidades e interferências geradas pela tecnologia. Desta forma, é apresentada uma intenção que se distingue do paradigma atual de representação gráfica como ferramenta estanque de representação de projetos.

**Palavras-chave:** Projeto, representação, tecnologia

## **ABSTRACT**

This work discusses methods of project presentation in the area of Architecture, Engineering and Construction (AEC). The presentation of a project is the starting point of the creative process, and it's important that this be done effectively to avoid setbacks and indecision between the client and the professional team, which in turn allows for greater efficiency in the management of the project. The process begins with the history of the concept and its various representations, and from that flow the various stages of the projects. An understanding of project activities is sought, together with the practical aspects, taking into consideration the possibilities and limitations inherent in the various technologies involved. The expectation is that this method will distinguish itself from the current paradigm of using merely graphics as a stagnant model of project representation.

**Palavras-chave:** Project, representation, technology.

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	<b>3</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>4</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS</b> .....	<b>5</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>10</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 OBJETIVO .....	13
1.2 JUSTIFICATIVA .....	14
1.3 METODOLOGIA .....	14
1.4 CONDIÇÕES DE CONTORNO .....	15
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
<b>2 ANÁLISE DAS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO DE PROJETO</b> .....	<b>17</b>
2.1 EVOLUÇÃO DA REPRESENTAÇÃO .....	17
2.2 PERSPECTIVA HISTÓRICA .....	17
2.3 TIPOLOGIAS DE REPRESENTAÇÃO .....	26
<b>2.3.1 Projeção cilíndrica (ou paralela)</b> .....	<b>26</b>
2.3.1.1 Perspectiva Cavaleira: .....	28
2.3.1.2 Perspectiva Isométrica: .....	28
2.3.1.3 Perspectiva Dimétrica: .....	28
2.3.1.4 Perspectiva Militar: .....	28
<b>2.3.2 Projeção cônica</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3.3 Adequação das representações às etapas de projeto</b> .....	<b>31</b>
2.3.3.1 Desenhos de referência: .....	31
2.3.3.2 Diagramas: .....	31
2.3.3.3 Desenhos de projeto: .....	32
2.3.3.4 Desenhos para apresentação: .....	32
2.3.3.5 Desenhos visionários: .....	33
<b>3 O PROJETO E A REPRESENTAÇÃO</b> .....	<b>36</b>
3.1 O PROJETO .....	36
<b>3.1.1 Mecanismos de solução projetual</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1.2 Atuação profissional frente ao projeto</b> .....	<b>38</b>

3.1.2.1 Perspectiva coletiva no projeto.....	38
3.1.2.2 Perspectiva individual no projeto.....	39
<b>3.1.3 Etapas do processo de projeto.....</b>	<b>40</b>
3.2 A REPRESENTAÇÃO.....	43
<b>3.2.1 A percepção.....</b>	<b>47</b>
<b>3.2.2 Simulação, tecnologia e estética.....</b>	<b>49</b>
<b>4 A INFORMÁTICA E SUAS POSSIBILIDADES NO SETOR DA ARQUITETURA ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO.....</b>	<b>55</b>
4.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	55
<b>4.1.1 Suporte tecnológico.....</b>	<b>57</b>
4.2 TECNOLOGIA CAD.....	60
<b>4.2.1 A representação digital.....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.2 Representação 2D.....</b>	<b>68</b>
<b>4.2.3 Representação 3D.....</b>	<b>72</b>
4.3 REALIDADE VIRTUAL.....	81
<b>4.3.1 Realidade virtual sintética e integral.....</b>	<b>83</b>
<b>4.3.2 Histórico.....</b>	<b>85</b>
<b>4.3.3 O usuário.....</b>	<b>87</b>
4.3.3.1 Realidade virtual imersiva e não imersiva.....	88
<b>4.3.4 Modelo de Interação do usuário associados a Ambientes Virtuais.....</b>	<b>88</b>
<b>4.3.5 Geração de Ambientes Virtuais por Computador.....</b>	<b>89</b>
4.3.5.1 Modelagem de Mundos Virtuais.....	91
<b>4.3.6 Sistemas Distribuídos de Realidade Virtual.....</b>	<b>92</b>
<b>4.3.7 VRML Virtual Reality Modeling Language.....</b>	<b>94</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>96</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>100</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Planta de edifício sumério. Pormenor da estátua de Gudea. ....	18
Figura 2.2 - Inscrição em pedra de malha urbana do antigo Egito. ....	18
Figura 2.3 - Prancha do tratado Geometria Descritiva de Gaspard Monge. ....	21
Figura 2.4 - Guarini, G. <i>Porta del Po</i> . Turim, 1737. Fachada perspectivada. ....	22
Figura 2.5 - Chambers, W. <i>Secção da York House</i> . Londres, 1759. ....	22
Figura 2.6 - Sistema de proporções humanas desenvolvido por Lê Corbusier (1887-1965). ....	24
Figura 2.7 - Perspectiva interna. ....	25
Figura 2.8 - Projeções ortogonais de uma residência. ....	27
Figura 2.9 - Referência das Projeções Cilíndricas ....	29
Figura 2.10 Perspectiva Cônica. ....	30
Figura 2.11 Referência das Adequações das etapas de projeto. ....	35
Figura 3.1 Elevação frontal da Falling Water House, sobre um método de representação linear. ....	44
Figura 3.2 Foto representativa do objeto concluído expressando as intenções do arquiteto. ....	44
Figura 3.3 Plantas baixas, em seqüência, dos três pavimentos da <i>Smith House</i> . ....	45
Figura 3.4 Foto ilustrando a espacialidade e a verdadeira intenção do arquiteto. ....	45
Figura 3.5 Foto de parte do espaço interno do museu. ....	46
Figura 3.6 – Ilustração do livro “O Pequeno Príncipe” ....	47
Figura 3.7 - Ilustração do livro “O Pequeno Príncipe” ....	47
Figura 3.8- Ilustração do livro “O Pequeno Príncipe” ....	48
Figura 3.9 Armado com régua T. ....	53
Figura 3.10 Caricatura da profissão arquitetônica. ....	54
Figura 4.1 Perspectiva interna. ....	65
Figura 4.2 Perspectiva externa. ....	66
Figura 4.3 Imagens comparativas. ....	67
Figura 4.4 Representação gráfica e alfanumérica. ....	68
Figura 4.5 Interface gráfica do <i>software AutoCAD 2007 (Autodesk)</i> ....	71
Figura 4.6 Tipos de modelagem. ....	74
Figura 4.7 Perspectiva fotorrealística. ....	75
Figura 4.8 Interface gráfica do <i>software 3D Studio MAX 9 (Autodesk)</i> . ....	77
Figura 4.9 Imagem renderizada da cena anterior com a adição luz. ....	78
Figura 4.10 Imagem renderizada com a adição luz e materiais. ....	79
Figura 4.11 Imagem renderizada com a adição luz, materiais e background. ....	79
Figura 4.12 Imagem ilustrativa do Cinerama. ....	86
Figura 4.13 Esquema de interação com mediação tecnológica. ....	89
Figura 4.14 Estrutura detalhada de um sistema de RV. ....	90

## 1 INTRODUÇÃO

A representação gráfica é um elemento importante na arquitetura, desde o surgimento dos primeiros trabalhos realizados neste setor, que datam de 2130 a.C. Com o passar dos tempos, as formas de representar foram aprimoradas e se tornaram mais diversificadas. O desenvolvimento das tecnologias da comunicação e informação também foi responsável pelo aparecimento de novos recursos da informática e a representação passou a ser ferramenta mais destacada.

Até a década de 80, o cenário dominante era de arquitetos e engenheiros que precisavam estar familiarizados com elementos tradicionais do desenho. A necessidade maior estava em possuir uma caligrafia impecável, bom traçado e precisão na hora de representar. Quando o computador pessoal ganhou espaço, ele passou a servir como um suporte para se passar a limpo esses desenhos. Surgiam então as primeiras manifestações da representação auxiliada pela informática.

As chamadas pranchetas eletrônicas ainda são utilizadas por muitos herdeiros dos métodos tradicionais como um mero instrumento de finalização técnica de um objeto arquitetônico. Os programas CAD, que ganharam espaço no mercado, estiveram entre os precursores dos trabalhos realizados por computador, mas não criaram novas demandas, ficaram restritos a instrumento de desenho, visualização, comunicação e detalhamento, sem alcançar o nível de integração com as tarefas do projeto.

Atualmente, quando um profissional do setor da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) é solicitado à prática projetual, ele utiliza projeções ortográficas ou perspectivas da edificação. Após todo o trabalho, geralmente apresenta ao cliente um bloco de pranchas com todo o conteúdo investigativo e projetual proposto por ele

ao longo do tempo. Quando muito, elabora uma perspectiva externa e/ ou interna para expor suas intenções.

Perdido em meio aos desenhos técnicos, muitas vezes, o cliente acaba tendo um conhecimento superficial do projeto, por isso busca se aproximar da linguagem visual que lhe é mais próxima e se apega à imagem apresentada sob forma de perspectiva ou planta humanizada, também chamada de planta comercial. Desta forma, as representações passam a ter a responsabilidade de registrar, avaliar e comunicar o conteúdo, além de antecipar o espaço construído.

Com a popularização da tecnologia e mão-de-obra especializada, novos procedimentos representativos vêm se firmando como meio de expressão mais determinante e abrangente. As potencialidades da planta baixa somam-se as imagens fotorrealísticas, que por sua vez abrem espaço para percursos virtuais, simulação em tempo real e outros desdobramentos. O que antes era apresentado como produto final, hoje possui maior qualidade e um ideal de precisão que transita entre o campo artístico e científico.

A passos largos a tecnologia continua evoluindo e atingiu o patamar chamado de Realidade Virtual. Até pouco tempo, este termo era restrito somente às áreas que possuíam grandes recursos para investimento. Hoje, já atinge o universo da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), serve como um diferencial competitivo no mercado e está cada vez mais próxima do usuário comum. Uma das razões é o custo cada vez mais baixo dos computadores e o aumento da capacidade de processamento dos equipamentos pessoais.

As aplicações da Realidade Virtual não ficam restritas a geração de imagens e animações em vídeo. Atualmente, existe a possibilidade de criação de ambientes virtuais em uma rede da internet, nos quais o usuário pode atuar, interagir ou visualizar o trabalho realizado, gerando verdadeiros canteiros de obras interativos. Essa Linguagem é conhecida como VRML (*Virtual Reality Modeling Language*).

Por possuir uma interface amigável, a linguagem das ferramentas para modelagem de ambientes virtuais facilitou o processo de criação da linguagem

VRML, que pode ser utilizada nos navegadores mais usados pelos usuários da internet (*Netscape, Internet Explorer, Mozilla Firefox, etc.*).

Tendo em vista todo processo de desenvolvimento da representação, percebe-se neste contexto o poder que a imagem pode alcançar e o valor que ela pode agregar. Uma representação será melhor assimilada quanto melhor for elaborado o tratamento estético da mesma, materializando o processo de substituição do real e fazendo com que as pessoas passem a esperar dele o que somente a representação pode oferecer.

Em virtude de estudo desenvolvido em curso de especialização na Universidade Federal de Juiz de Fora, concluído no ano de 2005, com o título de “Representação e Informação - A importância do tratamento da representação na informação gráfica em projetos de arquitetura” e sob interesse particular e especial sobre o tema da simulação e seus desdobramentos, este trabalho foi desenvolvido e aprofundado em um estudo vinculado a representação e a atividade de projeto, que pode ser entendida como uma atividade de avaliação e tomada de decisões a partir da representação e não somente como forma de representação terminada em si mesma.

## 1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é estudar questões relacionadas à utilização dos recursos tecnológicos em função da representação em arquitetura e sua interface com a representação/ atividade projetual.

Tem como objetivos específicos:

- 1- Realizar um estudo sobre as formas de representação, suas tipologias e sua adequação à etapa do projeto, levando em consideração o contexto tecnológico.
- 2- Analisar o condicionamento estético de representação como impacto semiótico e a utilização dos desenhos de apresentação como instrumento determinante de soluções de projeto e tomada de decisões.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Dentro de um contexto que engloba a utilização de novos recursos tecnológicos, o estudo relacionado à representação de projetos arquitetônicos é um campo de pesquisa ainda em aberto, sendo investigado por vários autores. O assunto ainda é pouco tratado no meio da AEC, porém, profissionais e acadêmicos já começam a buscar mais informações sobre o tema.

Por revisão bibliográfica e atividade profissional, a proposta apóia-se na percepção de que o tema da linguagem gráfica mereceria atenção especial pela maioria dos profissionais da área de projeto para que a representação não fosse entendida não só como consequência da atividade projetual, mas também como condicionante da mesma e de seus resultados. Percebe-se na prática projetual, que o esmero na representação de um projeto tende a evitar contratempos e indecisões durante a execução e que quanto mais precisa é a representação de um projeto, maior é a eficiência no controle e gerenciamento da obra.

Em estudos anteriores do autor e como membro docente da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) em disciplina afim ao tema proposto, foi constatado que o procedimento de integração desenho/ projeto não é mencionado, quiçá utilizado pelos acadêmicos. Sendo assim, justifica-se a validade deste trabalho no sentido de melhor entendimento da atividade projetual e das possibilidades de representação e documentação que o arquiteto ou engenheiro pode desenvolver.

## 1.3 METODOLOGIA

A estratégia de ação esteve voltada em desenvolver uma pesquisa agregadora de conhecimento ao tema da representação. Para tanto, buscou-se uma diretriz de método que alcançasse o aporte teórico e ilustre sua aplicabilidade direta. Neste âmbito, a referência ao tema foi baseada em: experiência profissional por observação do comportamento de diversos clientes frente a imagens apresentadas, revisão bibliográfica da trajetória da representação gráfica, sua evolução e pesquisa sobre as novas tecnologias e análise crítica de pensamentos contemporâneos.

Como fonte de pesquisa, utilizou-se:

- 1 Material de representação desenvolvido na esfera profissional que serviu, na prática, como fonte de análise da imagem como ferramenta de representação e como ferramenta de tomada de decisão projetual.
- 2 Leitura de artigos, monografias, dissertações, teses, bibliografia afim e pesquisas via internet, que colaboraram na organização, análise e exposição dos dados.

#### 1.4 CONDIÇÕES DE CONTORNO

Pela atividade projetual ser definida como uma ciência de natureza ampla, parte-se da delimitação do tema, abordando a atividade projetual e sua representação no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Desta forma, como possibilidade de investigação de projeto pretende-se estudar e apresentar as facetas da atividade projetual e sua interface de representação, mediante a possibilidade de geração, à princípio de imagens virtuais, e em seguida abordando novas interfaces contemporâneas de apresentação.

As condições tecnológicas para tal feito também serão apresentadas e entendidas como a ferramenta de possibilidade de geração deste novo real e novas expectativas. Desta forma, pode-se resumir o contorno de abrangência deste trabalho com sendo a interface entre projeto e representação sob novas condições tecnológicas.

#### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação está estruturada em 5 capítulos conforme se segue:

O Capítulo 1 - *Introdução* - inicia-se com a apresentação dos interesses de se propor o presente trabalho sobre a interface entre a representação e a atividade projetual, as premissas básicas de objetivo, justificativa, metodologia, condições de contorno e o presente tópico de estrutura da dissertação.

O Capítulo 2 - *Análise das formas de representação de projeto* - analisa as formas de representação de projeto, partindo de uma síntese da perspectiva

histórica da evolução da representação gráfica, as tipologias de representação e da adequação das representações apresentadas às etapas de projeto.

O Capítulo 3 - *O Projeto e a Representação* - disserta sobre os desdobramentos da atividade de projeto e sua permeabilidade nas questões vinculadas a representação.

No Capítulo 4 - *A Informática e suas possibilidades no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção* - são apresentadas as possibilidades projetuais e de representação geradas a partir da informática como as Tecnologias CAD, Tecnologia da Informação e de como novas possibilidades tecnológicas podem interferir no universo da arquitetura, engenharia e construção.

No Capítulo 5 - *Conclusões* – Retrospectiva dos estudos e apresentação das possíveis contribuições do trabalho. Foram apresentadas as considerações finais sobre a dissertação, as conclusões alcançadas sobre o trabalho, constatação da necessidade de novos paradigmas para os processos de projeto e sugerida a possibilidade de futuros desdobramentos para estudo.

## **2 ANÁLISE DAS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO DE PROJETO**

### **2.1 EVOLUÇÃO DA REPRESENTAÇÃO**

Através de registros de comunicação, pode-se observar que a humanidade sempre buscou algum método de representação de idéias. Toda intenção de transmitir conhecimento e informação teve uma evolução, desde mapas e inscrições gravados em pedras, os desenhos em perspectiva, o desenvolvimento da geometria, até os modelos físicos construídos em escala (BARR e JURICIC, 1994).

Neste trabalho, em virtude do tema da representação de projeto, pretendeu-se abordar de maneira pontual algumas etapas, digam-se as mais significativas, das formas de se projetar e representar graficamente. Como o desenho constitui parte direta da etapa projetual e este estudo tenha ganhado força após a adesão às tecnologias digitais por parte dos arquitetos, considera-se aqui que as alterações ao longo do tempo das representações sejam fatores de relevante estudo em virtude da importância subjacente a diversas ordens como social, cultural, econômica, filosófica e por fim tecnológica (ZEVI, 1978). Assim sendo, pretende-se nessa etapa, traçar um panorama histórico da representação técnica, para posterior aprofundamento em capítulo seguinte das tipologias de representação.

### **2.2 PERSPECTIVA HISTÓRICA**

A história da civilização tem mostrado que o homem sempre se valeu de meios para se comunicar e representar suas idéias ou registrar fatos relevantes em seu cotidiano. Observa-se isso desde as pinturas rupestres nas cavernas no período Paleolítico (40.000 a.C.), até hoje em dia com o auxílio de computadores e a construção de grandes estruturas. Neste momento, pensa-se ser interessante uma

abordagem histórica direcionada às formas representativas em arquitetura, que se segue pelo que foi exposto até então.

Pode-se considerar como um dos primeiros registros de desenho arquitetônico, a planta de um templo de 2130 a.C., representando em uma placa de pedra no colo de uma estátua, conhecida como Estátua de Gudea (governador da cidade-estado de Lagash na Caldéia, atual Iraque), o projeto de um templo sumério junto a um instrumento de inscrição e uma barra graduada, que pode ser considerada como uma ferramenta de medição. (PORTER, 1997).

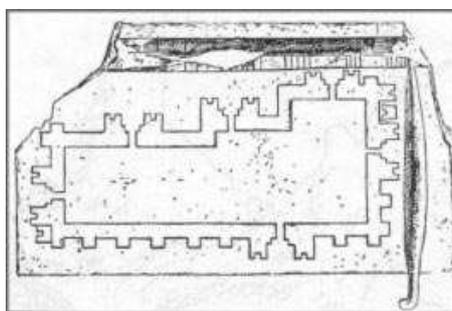


Figura 2.1 Planta de edifício sumério. Pormenor da estátua de Gudea.

Fonte: adaptado de Porter, 1997

Além da representação arquitetônica, também pode-se observar no Antigo Egito a ligação entre a representação e a concepção de projetos no âmbito urbanístico. A figura a seguir ilustra uma malha urbana ortogonal, sendo uma das primeiras evidências de desenho arquitetônico e urbanístico egípcio. (PORTER, 1997).

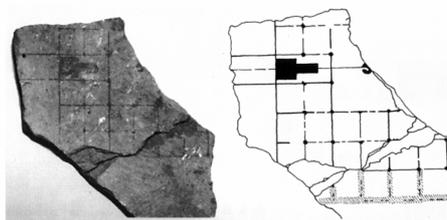


Figura 2.2 - Inscrição em pedra de malha urbana do antigo Egito.

Fonte: adaptado de Porter, 1997

Imhotep pode ser considerado o primeiro arquiteto, três milênios antes da era cristã. Construtor da primeira pirâmide (pirâmide de Djoser), utilizava um processo

de desenho das edificações que se dava sobre uma grade modular previamente construída, sendo que os edifícios eram geralmente simétricos aos eixos centrais, fato interessante, se for levada em consideração a capacidade de representação ortogonal. Entretanto, a organização dos desenhos se dava de forma diferente em relação aos dias de hoje. Por exemplo, as fachadas e as elevações das paredes internas eram dispostas sequencialmente, a partir da borda inferior da superfície de desenho (GRIFFIN, 1998).

Também na Grécia, no século V a. C; utilizava-se um sistema semelhante ao de hoje. Apesar de não se apresentar praticamente nenhum registro, foram encontradas especificações de edificações semelhantes as atuais. Neste momento surgiu um sistema de proporções ideais que está representado no Parthenon, como também apareceram as primeiras experiências com a perspectiva, expressada pelos pintores Zêuxis e Polignoto. (JANSON, 1996).

Da mesma forma, na Grécia Antiga existe pouca referência de desenhos do período do Império Romano, apesar de se saber que existiu uma produção intensa dos mesmos. Este momento representou para os arquitetos uma etapa de grande produtividade arquitetônica. Fato ímpar pode-se destacar na presença de Marcus Vitruvius Pollio (Séc. I a.C.). Em seu livro, *De architectura*, o desenho é nominado pela primeira vez como ciência. Além disso, Vitruvius cita os conhecimentos necessários ao exercício da arquitetura, defendendo que prática e teoria não podem estar dissociadas, devendo o arquiteto recorrer à ciência do desenho (*graphidis scientiam*) para que por meio de exemplos pintados (*exemplaribus pictis*) tanto em planta (*icnographia*), como em elevação colorida (*orthographia*) e em perspectiva (*scenographia*) possa demonstrar a obra pretendida inserida em seu sítio. Ainda como consideração sobre a obra de Vitruvius é relevante mencionar a importância que ele dá à matemática, argumentando que essa deveria ser utilizada para aferir as medidas e cálculos necessários e à geometria, responsável pelos aspectos da edificação como simetrias, eixos e planos. (MARTINEZ, 2000).

È possível admitir os escritos de Vitruvius como fundamentos das formas de representação nos quais defendia que um arquiteto deve possuir o conhecimento do desenho, de forma a poder fazer esboços rápidos, para mostrar a aparência do

trabalho que ele propõe. Desta forma, os métodos utilizados na Grécia Antiga e no Império Romano (planos e elevações sem uma relação direta entre suas representações), são as maneiras de representação de projetos arquitetônicos até cerca do ano 1500 a.C.

A Idade Média marcou um período em que os desenhos produzidos apresentavam um nível razoável de detalhamento, embora tenha sido um momento praticamente improdutivo em termos de desenvolvimento gráfico. Esse aperfeiçoamento data do século XIV, época em que se observava a existência de desenhos técnicos, talvez por consequência do arquiteto ser, nessa época, novamente valorizado pela construção de edifícios de tipologias diversas.

Na Renascença o paradigma das artes é formado por uma aproximação com a ciência. Filippo Brunelleschi, arquiteto italiano (1377-1446), exemplifica este pensamento com a retomada dos princípios da perspectiva linear, conseguindo reproduzir no plano objetos tridimensionais. (JANSON, 1996).

Contudo, Leon Battista Alberti (1404-1472) tratava o desenho como um recurso para pré-conceber a obra dentro do local escolhido, com o uso de instrumentos e medidas corretas. Em seus desenhos aparecem somente plantas e elevações monocromáticas, mas recorria também a maquetes. No século subsequente, com Albrecht Dürer (1471-1528), a perspectiva se afirmou tal como é hoje: construída como um suporte à representação para que os objetos sejam reproduzidos em proporções realísticas. Tecnicamente, no desenho, passou-se a utilizar carvão, crayon e pastel. (JANSON, 1996).

Neste período, a renascença italiana marcou a retomada dos estudos sobre a representação gráfica, consolidada pela escola francesa a partir do século XVII, com a *Académie de l'Architecture* em 1671 e depois com a *École des Beaux-Arts*. (JANSON, 1996).

Ainda relevante, anteriormente a criação de tais escolas, considera-se a sofisticação da arquitetura gótica, que se estendeu na Europa até por volta do início do século XVI, como um marco no desenvolvimento da representação. Nesse período, transcende-se a utilização de malhas reticuladas, que vinham sendo

usadas desde o antigo Egito e desenvolve-se a técnica dos “livros de padrões”, que mostravam diversas representações gráficas dos edifícios e suas partes com a finalidade de treinamento de futuros arquitetos.

Por volta do século XVI, iniciou-se o processo de projeções em multivistas. Essas projeções se caracterizavam por relacionarem entre si as projeções horizontais e verticais. De origem na Renascença italiana, o pintor Piero della Francesca, foi um dos primeiros a utilizar desses desenhos em três vistas, sob o método das projeções ortogonais. Embora as “medições calculadas”, método desenvolvido por Vitruvius, tenham sido utilizadas em predominância para a solução dos problemas espaciais. (JANSON, 1996).

No século seguinte, a geometria descritiva veio à tona principalmente pelos trabalhos de Gaspard Monge. Em seu tratado, *Geometrie Descriptive*, sistematizou conhecimentos já estabelecidos, defendendo que os problemas espaciais podiam ser solucionados graficamente através do que ele chamou de planos de projeção, que foi a formalização dos processos utilizados, até então de forma empírica, a tempos por arquitetos, construtores e artesão (BAYNES & PUGH, 1981).

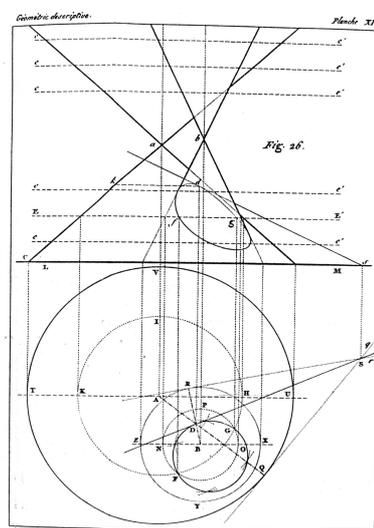


Figura 2.3 - Prancha do tratado Geometria Descritiva de Gaspard Monge.

Fonte: BAYNES & PUGH, 1981

No século XVIII, com a publicação de vários tratados, o campo do desenho expõe-se através da perspectiva que é elevada à categoria de expressão máxima do

projeto arquitetônico, a qual passa a ser um elemento constituinte da apresentação, aproximando o objeto a ser construído da realidade. A perspectiva oblíqua, com dois e três pontos de fuga é a mais utilizada. Com isso, os desenhos das fachadas passam a ter fundos de paisagem ou de céu e os textos ganham status dentro do desenho, inseridos agora em flâmulas e brasões.



Figura 2.4 - Guarini, G. *Porta del Po*. Turim, 1737. Fachada perspectivada.

Fonte: JANSON, 1996

Em 1759, William Chambers (1723-1796) utilizou-se da técnica da aquarela, no projeto da *York House*, para mostrar com seus desenhos coloridos a decoração completa da residência. Estabeleceu-se aí uma nova convenção para a apresentação de projetos de arquitetura, sob as condições cromáticas e de busca do realismo de representação. (JANSON, 1996).

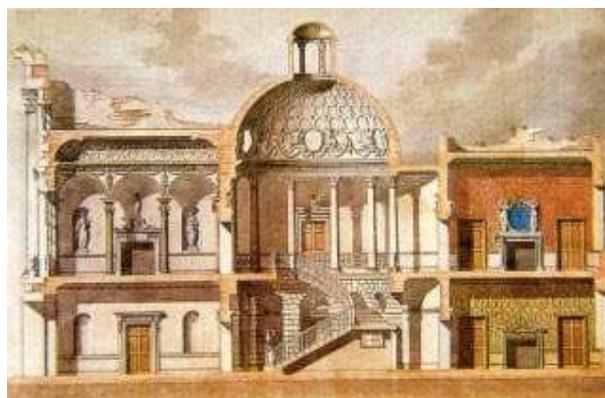


Figura 2.5 - Chambers, W. *Secção da York House*. Londres, 1759.

Fonte: JANSON, 1996

A produção de desenhos para a apresentação do projeto dissocia-se dos desenhos para a execução. A representação vai se configurando como um capítulo à parte na arquitetura. Sua função é a de representar os edifícios como resultado mimético. Assim, essa classe de desenho passa a se comportar como uma especialização, até então inexistente.

Nesse mesmo século, surge ainda na França o “metro” como unidade de medida e todos os seus desdobramentos como reduções e ampliações. Em 1840, apresentou-se pela primeira vez, através do sistema métrico decimal, o primeiro registro em escala por Paul Letarouilly nos *Édifices de Rome Moderne*, sob o trabalho de levantamento dos edifícios de Roma. A partir daí, adeptos a esse padrão como Viollet-le-Duc e Joseph Gwilt passaram a utilizar esse sistema métrico e defender que o edifício deveria ter a mesma proporção do seu modelo construído. (JANSON, 1996).

Na transição dos séculos XIX e XX, algumas alterações de fundamental importância ocorreram e as conseqüências se refletiram na arquitetura. Surge o capitalismo e a industrialização controla a economia.

... a formação da geometria descritiva acontece na altura em que a acumulação capitalista leva à concentração da produção em face da dispersão da oficina artesanal e transforma o mestre artesão em operário. ...a complexidade dimensional dos objetos representados perde espessura, desagregada em planos que permitem – leitura única – a sua medição quantitativa e isotrópica. ... têm-se um instrumento simplificado e formalizado tal, que o projeto ou o plano com ele expresso possam ser lidos e tornados operativos sem a necessidade de interpretação. (MASSIRONI, 1982).

Em 1899, Auguste Choisy edita *Histoire de l'architecture*, obra em que representava os objetos estudados em planta, corte, fachada e em projeções axonométricas. Para Frampton (1987), essas representações sintetizaram grande quantidade de informações, o que as levou a serem um modelo para o Movimento Moderno. Durante esse movimento, outros elementos passaram a ser representados como: o automóvel, o arranha céus e, para isso, arquitetos como Mies van der Rohe passaram a utilizar efeitos de luz e transparência em seus desenhos. Lê Corbusier, também arquiteto do movimento moderno, criou uma série de medidas que representava o corpo humano de maneira proporcional. Essa representação humana

ficou conhecida como *Modulor* e passou a integrar a representação projetual como uma referência de escala. (GROPIUS, 1997).

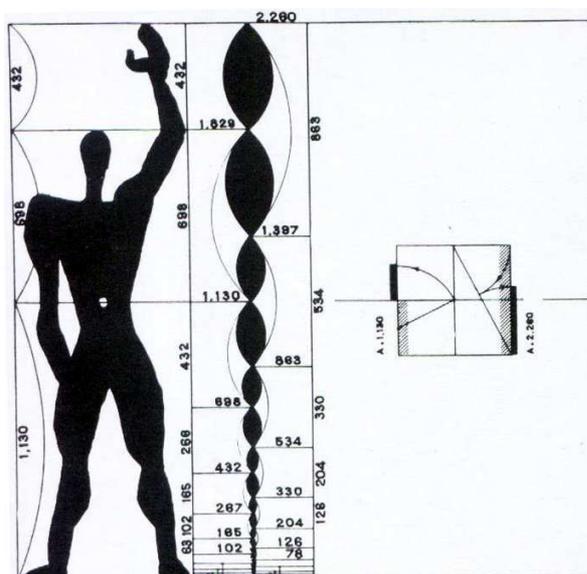


Figura 2.6 - Sistema de proporções humanas desenvolvido por Lê Corbusier (1887-1965).

Fonte: GROPIUS, 1997

Corbusier ainda desenvolveu a primeira intenção de maquete virtual quando introduziu como forma de se representar a Residência Meyer, um esboço do que seria hoje em dia um passeio virtual. Mediante a uma série de desenhos, ele proporcionou a sensação de movimento ao observador que podia percorrer o edifício tanto exterior, quanto interiormente, através de um percurso imaginário.

Após a corrente Modernista, o Pós-Modernismo se exemplificou como um período “confuso” entre misturas de elementos. As colagens e o fotorrealismo ganham terreno, misturas de técnicas e materiais de representação se apresentam como predominantes. Decalam-se carros, vegetações e pessoas para serem adesivadas nas perspectivas.

Em 1984, surge o que parece ser para nós o que verdadeiramente revolucionou ou poderá revolucionar o campo da representação de projeto (CASTELLS, 1999). Nesse ano, a *Apple Computers* apresenta o seu primeiro computador pessoal, com recursos gráficos, *menus* e *mouse*. A partir daí, desenvolve-se a intenção de se representar efetivamente o espaço tal como ele se apresenta na realidade conforme imagem abaixo. Com essa tecnologia, hoje em dia,

é possível trabalhar com a idéia de desenhos paramétricos (interdependentes), bem como as perspectivas com alto grau de realismo e simulação da realidade quase absoluta, através da utilização de texturas, luzes, sombras, movimento, som, até uma intenção de Realidade Virtual.



Figura 2.7 - Perspectiva interna.

Fonte: o autor

Além disso, atualmente admite-se a representação não só como agente representativo de idéias. segundo Borges (2001), estuda-se a linguagem visual de forma mais abrangente como método de revisão projetual, concepção de idéias e auxílio no pensamento que deve ser considerado indissociável do processo de projeto. Diversos autores como Ferguson (1992) e Laseau (1989) tratam o assunto como *visual thinking* ou *graphic thinking*, entendendo a representação gráfica como intenção projetual ou como auxílio nas formas de raciocínio no processo de atividade do projeto e não só com uma ferramenta estanque de apresentação de uma idéia.

Após apresentada tal perspectiva histórica (partindo da necessidade primeira do homem de comunicar uma idéia como as pinturas rupestres; em seguida por esboços de intenções projetuais – a exemplo do templo de Gudea -; a criação dos desenhos em malhas ortogonais; a produção intensa na Grécia Antiga e no período do Império Romano; a arquitetura Gótica e a criação dos “Livros de Padrões”; a importância de Brunelleschi na perspectiva e Alberti no entendimento do desenho como projeto; o séc. XVI com as projeções em multivistas; o séc. XVII com a

geometria descritiva e o séc. XVIII com a perspectiva oblíqua como a expressão máxima do projeto arquitetônico. Seguiu-se com Chambers e a nova convenção para apresentação de projetos na York House; o modelo de Auguste Choisy, que serviu às representações do movimento moderno e à introdução dos efeitos de luz, transparência, escala humana; o pós-modernismo e sua mistura de elementos; o surgimento do computador pessoal como agente promotor do que é dado hoje em dia como paradigma de representação e atividade projetual e mais ainda; o entendimento da representação não só como agente representativo de idéias, mas como método de revisão projetual, o trabalho segue direcionado ao estudo das tipologias representativas, no intuito de aprofundar o tema proposto sobre as representações de projeto em arquitetura e, em seguida, à questão da representação de projeto como algo dinâmico, de interação entre as partes e não restrita a elas.

## 2.3 TIPOLOGIAS DE REPRESENTAÇÃO

Usualmente, as representações gráficas em arquitetura e engenharia se dão por meio de projeções ortográficas e/ou perspectivas da edificação. Com intenções de representação diferentes, se destinam a públicos determinados e, por serem de caráter pessoal de expressão, cada qual se estrutura sob um objetivo representativo, que depende do profissional e do que se pretende apresentar.

Tais representações se baseiam no conceito de projetividade que é definida por três elementos. O primeiro deles é denominado “centro de projeção”, que representa a posição do observador em relação ao objeto. O segundo seria o próprio objeto a ser representado e o terceiro elemento seria o plano onde se realizaria a projeção. Para tanto, são geralmente utilizados dois tipos de projeções.

### 2.3.1 Projeção cilíndrica (ou paralela)

O que caracteriza esse tipo de representação é a presença do observador a uma distância infinita em relação ao objeto a ser representado e à superfície de projeção. Isso determina, invariavelmente, que as projeções que saem do objeto ou do observador sejam paralelas. Dentro desta especificação, ainda defini-se a

projeção cilíndrica ortogonal quando os raios de projeção são perpendiculares à superfície de projeção, conhecidas como plantas baixas, vistas e cortes.

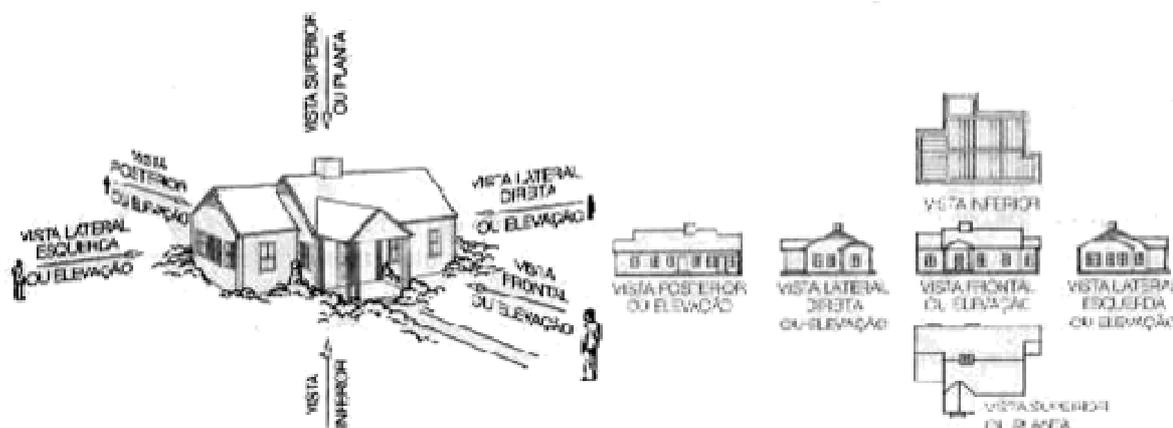


Figura 2.8 - Projeções ortogonais de uma residência.

Fonte: MONTENEGRO, 1984

Nessas projeções ortográficas horizontais e verticais, verifica-se uma redução significativa de informação, na medida que são expressas apenas as relações espaciais contidas no plano horizontal ou vertical, tais como: relações de setorização, dimensionamento, circulação, entre outros. Le Corbusier, por exemplo, defendia a planta baixa como o “desenho-chave” que trazia consigo a essência da situação. “Fazer uma planta é precisar, fixar idéias. É ter tido idéias. É ordenar essas idéias para que elas se tornem inteligíveis, executáveis e transmissíveis” (CORBUSIER, 1958). Embora Porter (1997) e Zevi (1978), defendam que a percepção do espaço arquitetônico em duas dimensões não seja capaz de expressar satisfatoriamente as intenções formais e espaciais do projetista.

As projeções cilíndricas ainda dão origem às perspectivas cilíndricas ou paralelas, que apesar de não darem um caráter de realidade, como será mostrado a seguir nas perspectivas cônicas, permitem a representação com rapidez e uma avaliação razoável do projeto, quando ainda nas etapas preliminares.

Dentre as projeções cilíndricas mais conhecidas e utilizadas pelos arquitetos, enumerá-se da seguinte forma: (MONTENEGRO, 1984).

#### 2.3.1.1 Perspectiva Cavaleira:

Também conhecida como axonométrica oblíqua. Utiliza raios paralelos e oblíquos em relação ao plano do quadro. Nessa perspectiva, uma das faces do diedro se torna o plano do quadro. A face da frente se conserva em verdadeira grandeza e a face de fuga é a única a ser reduzida, a exemplo das figuras na próxima página.

#### 2.3.1.2 Perspectiva Isométrica:

Esta também pode ser chamada de axonométrica ortogonal. Nesse tipo de perspectiva, a projeção ortogonal é feita sobre um plano perpendicular à diagonal de um cubo, onde as arestas são paralelas aos três eixos principais. Para construí-la basta adotar uma única escala para os três eixos.

#### 2.3.1.3 Perspectiva Dimétrica:

A construção desse tipo de perspectiva é bem semelhante ao da perspectiva Isométrica, com exceção da diferença de ângulo e a alteração da escala em um dos eixos. Na face da frente conserva-se a largura e a face de fuga, no caso o eixo x, é reduzida em  $2/3$ .

#### 2.3.1.4 Perspectiva Militar:

Também chamada de aérea ou vôo de pássaro. Os eixos x e y formam entre si um ângulo reto. Nesse caso, o eixo das alturas é reduzido em  $2/3$ .

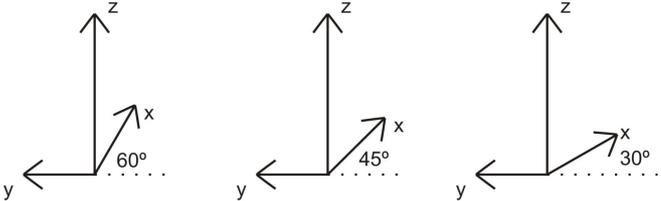
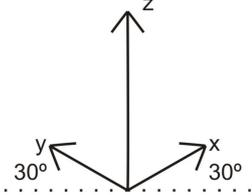
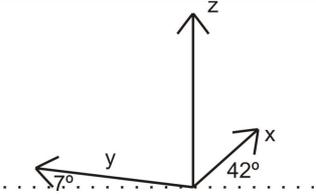
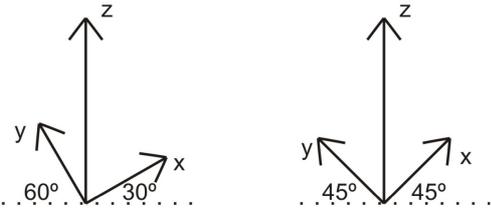
PROJEÇÕES CILÍNDRICAS	ILUSTRAÇÃO
<p>Perspectiva Cavaleira</p>	 <p> <math>x : y : z</math>  <math>1/3 : 1 : 1</math>      <math>x : y : z</math>  <math>1/2 : 1 : 1</math>      <math>x : y : z</math>  <math>2/3 : 1 : 1</math> </p> <p>Perspectiva Cavaleira e sua escala de proporções. (Fonte: o autor)</p>
<p>Perspectiva Isométrica</p>	 <p> <math>x : y : z</math>  <math>1 : 1 : 1</math> </p> <p>Perspectiva Isométrica e sua escala de proporções. (Fonte: o autor)</p>
<p>Perspectiva Dimétrica</p>	 <p> <math>x : y : z</math>  <math>2/3 : 1 : 1</math> </p> <p>Perspectiva Dimétrica e sua escala de proporções. (Fonte: o autor)</p>
<p>Perspectiva Militar</p>	 <p> <math>x : y : z</math>  <math>1 : 1 : 2/3</math>      <math>x : y : z</math>  <math>1 : 1 : 2/3</math> </p> <p>Perspectiva Militar e sua escala de proporções. (Fonte: o autor)</p>

Figura 2.9 - Referência das Projeções Cilíndricas

Fonte: adaptado de Montenegro, 1984

### 2.3.2 Projeção cônica

Nesse tipo de representação, o observador não se posiciona mais a uma distância infinita em relação ao objeto. A partir de um posicionamento fixo e a uma

determinada altura, o objeto é representado de maneira mais convincente aos olhos. Esse tipo de projeção é expresso na perspectiva cônica, utilizada por arquitetos e engenheiros quando em etapa mais avançada de projeto, objetivando a aparência final do edifício.

Para construir tal tipo de perspectiva, existem três processos mais conhecidos: processo das direções dominantes, processo das visuais dominantes (ou processo dos arquitetos) e por último o processo dos pontos medidores, ilustrados respectivamente a seguir.

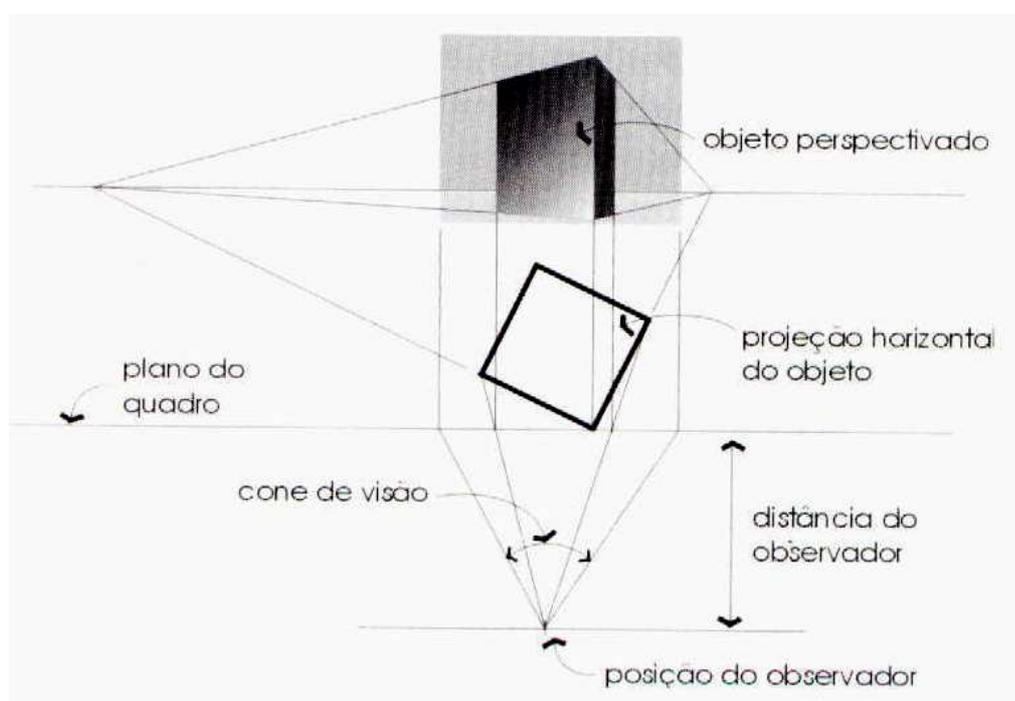


Figura 2.10 Perspectiva Cônica.

Fonte: BORGES, 2001

Não é a proposta desse trabalho se ater ao processo de construção de tais métodos, apenas apresentá-los como opção de representação no processo de projeto. A construção de perspectivas cônicas com alto nível de detalhamento pode ser um processo tedioso e demorado, entretanto, se desenvolvido no projetista com um certo *Know-how* para tal, pode ser de grande valia através de sua elaboração à mão livre, sem uma rigidez gráfica extrema.

### 2.3.3 Adequação das representações às etapas de projeto

#### 2.3.3.1 Desenhos de referência:

Estes desenhos se apresentam sob a forma de representações pessoais de objetos e/ou paisagens já existentes. Atuam na fase inicial, antes mesmo da concepção de projeto e podem ser válidos como repertório do arquiteto, na medida em que se estruturam a partir de um raciocínio pessoal. Embora sejam geralmente concebidos sob forma de esboços rápidos, acredita-se que já se deva pensá-los como o primeiro lampejo criativo. A partir do primeiro traço, se desencadeiam as intenções e as idéias do arquiteto.

#### 2.3.3.2 Diagramas:

A função primeira do diagrama é a de condicionar as informações necessárias, ou seja, suprimir certos dados e contar com a apresentação do que é relevante naquele dado momento. Assim, o que o caracteriza e o define é o seu nível de abstração, reducionismo, expressão de intenções e percepções de condicionantes. Nesse momento, observa-se uma intenção formal para o trabalho, embora não possa ser considerada como uma proposta final. Também é expressa a relação de partes com outras partes e dessas com o todo, sob o aspecto de projeções horizontais ou verticais, embora ainda não estejam em escala.

Os diagramas podem ser classificados nas formas a seguir e podem ser entendidos, segundo Porter (1997), como instrumentos de concepções de idéias arquitetônicas, denominados de diagramas conceituais. A seguir tem-se a classificação dos tipos de diagramas:

- **Diagramas esquemáticos ou sintéticos:** “configuram-se como desenhos simplificados de um conceito, que exploram as relações e orientações de seus componentes físicos” (BORGES, 2001). Realmente expressos em representações ortográficas, esses diagramas tendem a representar parâmetros de ventilação, iluminação, visuais, insolação e funcionam para o projetista como auxiliar de visualização projetual das intenções.

- **Diagramas operacionais:** “são modelos que auxiliam o projetista na tarefa de visualização de transformações ao longo do tempo” (BORGES, 2001). Esse tipo de diagrama é representado através de superposição de desenhos transparentes ao longo da etapa projetual com o fim de se perceber a evolução do projeto.

- **Diagramas funcionais:** “são diagramas que identificam a proximidade e o tamanho relativo de zonas de atividade” (BORGES, 2001). Esses diagramas podem ser entendidos como um primeiro esboço de planta baixa e também são conhecidos como diagramas de bolhas.

- **Diagramas de fluxo:** “são diagramas usados para o estudo de fluxos, considerando suas direções, intensidades, conflitos, entre outros” (BORGES, 2001). Podem ser utilizados por sobreposição a desenhos já confeccionados, normalmente em plantas baixas, ou para representar o fluxo de pedestres e/ou veículos, por exemplo.

- **Diagramas analíticos:** “são diagramas úteis para a visualização e identificação de condicionantes de projeto” (BORGES, 2001). Com esse tipo de diagrama, o arquiteto pode registrar e investigar as condições preliminares de um projeto, como ventos dominantes, perturbação sonora, orientação solar, vegetação e restrições legais.

#### 2.3.3.3 Desenhos de projeto:

Esses desenhos podem ser expressos desde a forma de croquis simples até a representação com grau de precisão e auxílio computacional. São usados no desenvolvimento de projeto, na busca por soluções e estudo especulativo durante o processo de criação e representam um grau maior de informação, partindo dos diagramas iniciais.

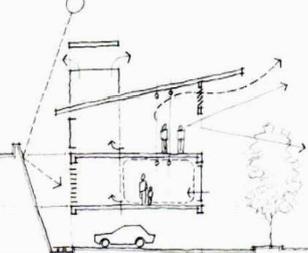
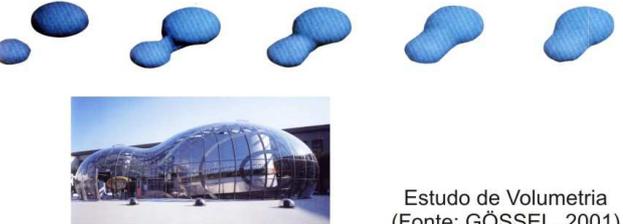
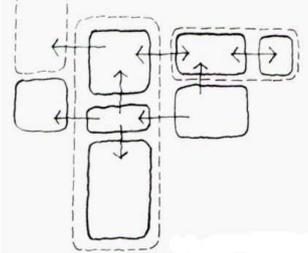
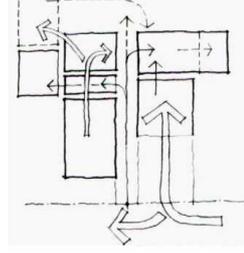
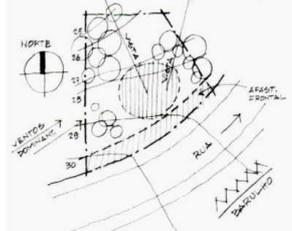
#### 2.3.3.4 Desenhos para apresentação:

Durante a etapa de apresentação de uma proposta arquitetônica, pode-se entender que a comunicação será estabelecida levando em conta duas esferas de linguagens diferentes. De um lado, o arquiteto ou engenheiro com o seu poder de abstração e capacidade interpretativa das representações de caráter técnico. Do

outro, o cliente que muitas vezes não possui tal capacidade. Daí verifica-se a necessidade de recursos gráficos para estabelecer a comunicação desejada. Sendo assim, a apresentação das soluções de projeto busca, muitas vezes, um caráter artístico vislumbrando a aparência da edificação como se já construída, em contrapartida às projeções ortogonais (plantas baixa, elevações, cortes, etc.) que não se fazem satisfatórias a um público alvo mais abrangente. Ainda neste trabalho será discutido mais profundamente este tema, embora exista a possibilidade de tratá-lo, referindo-se à adequação da representação às etapas de projeto. Tal classificação é definida por alguns autores, como “forma de expandir a especulação formal e volumétrica de um artefato ou uma edificação para além dos atributos da proposta” (NAVEIRO, R. & OLIVEIRA, V. Org, 2001). Esse tipo de representação, geralmente auxiliada por computador, permite que se adiante no tempo e se apresente ou simule o edifício conforme seja de interesse do projetista. Frequentemente, observa-se que a intenção de pura representação do objeto perde foco e com assiduidade atributos são adicionados à perspectiva, conduzindo a representação aos limites da imaginação e do ambiente virtual.

#### 2.3.3.5 Desenhos visionários:

Embora possam ser entendidos como desenhos para apresentação de uma proposta arquitetônica, sua principal função está em expor e expandir uma especulação formal e volumétrica do objeto. Nesse tipo de representação, estendem-se os limites da imaginação e as questões normativas, caracterizando assim, tal intenção, como uma proposta de caráter conceitual e busca por inovações e exposição de idéias, geralmente concebidas sob a representação de um mundo virtual e sob o auxílio computacional que este provém. (BORGES, 2001).

TIPO	ILUSTRAÇÃO	
Desenhos de Referência	 <p>Esboço de avenida para intervenção (Fonte: o autor)</p>	
Diagramas	Esquemáticos ou sintéticos	 <p>Estudo Insolação e Ventilação (Fonte: Borges, 2001)</p>
	Operacionais	 <p>Estudo de Volumetria (Fonte: GÖSSEL, 2001)</p>
	Funcionais	 <p>Estudo Insolação e Ventilação (Fonte: Borges, 2001)</p>
	Fluxo	 <p>Estudo Insolação e Ventilação (Fonte: Borges, 2001)</p>
	Analíticos	 <p>Estudo Insolação e Ventilação (Fonte: Borges, 2001)</p>

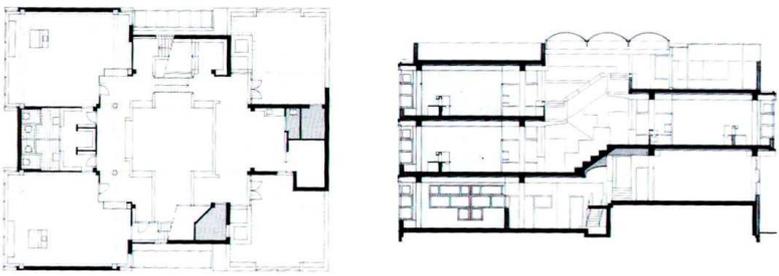
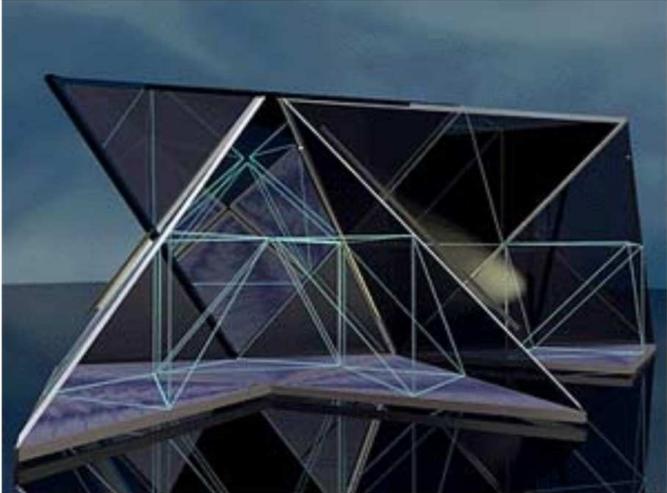
TIPO	ILUSTRAÇÃO
Projeção	 <p data-bbox="858 674 1158 723">Estudo de Planta Baixa e Corte (Fonte: Hertzberger, 1999)</p>
Apresentação	 <p data-bbox="839 1216 1182 1265">Condomínio Clube em Juiz de Fora (Fonte: o autor)</p>
Visionários	 <p data-bbox="691 1827 1329 1877">Projeto para edifício desprogramável e mutante. Itália, (Fonte: <a href="http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp057.asp">http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp057.asp</a>)</p>

Figura 2.11 Referência das Adequações das etapas de projeto.

### **3 O PROJETO E A REPRESENTAÇÃO**

#### **3.1 O PROJETO**

Inicialmente, considerações acerca do projeto são necessárias para se discutir qualquer que seja o tema relacionado a ele. É relevante mencionar que “a definição de projeto em arquitetura, engenharia e desenho industrial não é algo rígido e nem satisfatório” (NAVEIRO, 2001). Pode-se então, partir da primeira idéia de projeto que remete a “executar ou realizar algo no futuro e/ou empreendimento a ser realizado dentro de determinado esquema” (FERREIRA, 1986). Traduzindo isso para o universo dos projetos arquitetônicos e de engenharia pode-se conceber, *a priori*, que são atividades complexas que lidam com mecanismos mentais de estruturação, análise, síntese e representação. (NAVEIRO, 2001).

Por serem de caráter anterior a realidade pretendida, uma definição satisfatória seria, segundo Naveiro (2001), a de que projeto é “uma atividade que produz uma descrição de algo que ainda não existe, porém capaz de viabilizar a construção desse artefato em criação”. O projeto, além disso, pode ser considerado como uma atividade de problemas abertos, ou seja, uma atividade em que condicionantes não são capazes de delimitar inteiramente as soluções, exigindo assim do projetista a intenção de se diminuir as variáveis na procura por uma solução. Isso representa na prática a estruturação do problema à medida da progressão do projeto.

Na esfera arquitetônica, o projeto é um processo gerencial de resolução de problemas, tomada de decisões e pode ser entendido como uma atividade de cunho estratégico em termos de qualidade e produtividade, embora este valor não seja traduzido na atividade profissional. Apenas por comparação, pode-se tomar a

indústria automobilística como um contraponto a isso, neste setor investe-se na etapa projetual e reduz-se em até 60% os custos de produção. Talvez esteja aí a explicação de tamanhos problemas com relação a eficiência e o desperdício na construção civil, por não se considerar o projeto como um fator que possa gerar qualidade final. (VARGAS, 2005).

Como as decisões citadas anteriormente partem do projetista, cada um aborda o problema levantado pelo cliente (muitas vezes de maneira vaga) por um viés. Sendo assim, a maneira de se comunicar dentro dessa incapacidade, passa a ser por meio gráfico: anotações e desenhos iniciais que conformam o primeiro nível de representação do projeto.

Pode-se admitir que o estudo sobre o processo de projeto foi considerado pelo meio acadêmico pela primeira vez em 1963, na Conferência sobre Métodos de Projeto em Londres (*Conference of Design Methods*), mas somente em 1980 esse esforço se fez presente de maneira decisiva, após a introdução do processo de projeto voltado à evolução das tecnologias informatizadas (BORGES, 1998).

A atividade de projeto pode ser entendida, a princípio, de duas formas. A primeira delas é referente à sua análise, ou seja, o estudo de projetos sob os seus aspectos econômicos, sociais, construtivos, estilísticos, políticos (ZEVI, 1978). Outra, se volta ao estudo de como os projetistas desenvolvem sua atividade. Sendo assim, o estudo de projeto, de forma geral, é considerado segundo essas duas vertentes: o estudo dos resultados e o estudo do processo de projeto para a produção arquitetônica. (MARTINEZ, 2000).

### **3.1.1 Mecanismos de solução projetual**

Entendido o processo de projeto como busca progressiva de soluções, estas se dão através de mecanismos de **decomposição**, **associação** e **prototipagem** (BORGES, 1998).

A estratégia de *decomposição* consiste na identificação de estruturas de componentes semi-independentes dentro do todo, buscando a solução a partir de suas partes. A intenção é diminuir a complexidade do problema, tentando soluções

de maneira subseqüentes de forma independente dos demais, para posterior compatibilidade das soluções parciais.

O mecanismo de *associação* está diretamente relacionado ao conhecimento tácito do projetista, suas bases e repertório projetual. São acumulados ao longo de sua vida profissional e se manifestam vinculados a aspectos subjetivos encontrados no processo de criação.

Os mecanismos de *prototipagem* são relacionados à simulação e à representação do que foi gerado no desenvolvimento do processo. Podem ser entendidos como a representação externa das idéias do projetista. Esse mecanismo é de estreita relação com a utilização de representações externas, podendo ser considerado como todo tipo de registro, anotações de idéias e conceitos, permeando todas as etapas do desenvolvimento de projeto, tanto como ferramenta especulativa, como gerador de alternativas projetuais.

Entendida essa abordagem voltada à definição da atividade projetual, pensa-se que seria interessante uma organização e definição de suas atividades para posterior estudo de adequação da representação.

### **3.1.2 Atuação profissional frente ao projeto**

Dentro desse viés de progressão projetual, admitem-se ainda duas perspectivas para a atuação como projetista, sendo explicitadas a seguir.

#### **3.1.2.1 Perspectiva coletiva no projeto**

Nessa perspectiva, privilegia-se a atividade coletiva de criação de um objeto, considerando-se, preferencialmente, questões oriundas da atividade coletiva de trabalho frente a um objetivo comum. São quatro os princípios básicos no processo coletivo de projeção, sendo descritos como: organização, contextos, condicionantes e o discurso. (NAVEIRO, 2001).

Organização: A organização das atividades do projeto é definida pela percepção da estrutura do objeto que se forma ao longo da progressão do projeto. A identificação das tarefas elementares e a sua inserção como constituintes do todo definem as fronteiras entre as tarefas do projeto, bem como a relação que se estabelece entre os participantes. A subdivisão do projeto pode ser feita usando-se critérios funcionais ou hierárquicos; porém

o mais importante é a elaboração de uma interface clara entre os subsistemas, de forma a que se possa identificar, ao longo do processo, os condicionantes que se estabelecem entre eles.

Contextos: São melhor definidos como universos de competências, isto é, ambientes de especialização técnica, com seus dialetos e símbolos próprios, bem como modelos e metáforas para representação de soluções abstratas. Projetistas encaram e resolvem seus desafios do projeto segundo seus universos de especialização e se deslocam de suas áreas de competência apenas parte do seu tempo total na projeção. Os atributos do artefato capturados por cada participante são diferentes e em sintonia com a especialização de cada membro da equipe de projeto; o que obriga cada participante a criar interfaces com os demais contextos que influenciam seu universo de competência específico.

Condicionantes: Os condicionantes do projeto são as especificações e as restrições que balizam seus diversos constituintes. As restrições podem ser diversas, variando desde restrições tecnológicas até restrições circunstanciais tais como custo, desempenho, entre outras. Na maioria das vezes, as restrições são conflitantes entre si, o que obriga a equipe a buscar soluções de compromisso que atendam em primeiro lugar às funções principais do produto. A definição de como as restrições serão atendidas é parte integrante do projeto e os membros da equipe necessitam de um discurso de comunicação capaz de cruzar a fronteira entre os diferentes universos de especialização.

Discurso: O discurso da atividade do projeto refere-se à linguagem desenvolvida pelos participantes para promover a reconciliação entre os diversos universos de especialização. O ato de dar nomes aos elementos constituintes do projeto e as suas funções é também parte integrante do projeto, uma vez que o ato de nomear consolida as diferentes visões de forma e função que estão construídas na mente de cada membro da equipe.

Depois de enumerados estes quatro conceitos, é de fundamental importância a interface entre eles, promovendo a comunicação entre essas esferas de competência. Por isso, como figura integradora existe o discurso que se refere exatamente a essa interação (como ferramenta promotora e viabilizadora das atividades projetuais), além da sua atuação, tanto no campo da linguagem oral, quanto no campo das linguagens gráfico-visuais.

### 3.1.2.2 Perspectiva individual no projeto

Nessa, privilegia-se a atividade individual de criação do objeto, valendo-se do trabalho de cada membro da equipe. Nesse momento, é possível notar uma maior ligação com o trabalho em virtude do tema de interesse se voltar diretamente a uma atividade de cunho individual: a representação e a atividade projetual. Aqui, a utilização das formas de linguagem visual, como o desenho e modelos tridimensionais, assumem papel fundamental na atividade de projeto e atuam como

elementos representativos e muitas vezes elucidativos do objeto projetado. Considerando essa vertente da representação (a de elucidar a atividade projetiva), acredita-se que um esforço deva ser exercido, em etapa conveniente dessa dissertação, acerca das etapas de projeto e suas interfaces.

### 3.1.3 Etapas do processo de projeto

Alguns estudos definem as etapas do processo de projeto com algumas variações quanto ao número e ao conteúdo de cada uma delas. Em função disso, é interessante abordar uma divisão de forma sucinta e concisa. A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) define as etapas básicas da seguinte forma, de acordo com sua progressão (AsBEA, 2001):

**Concepção:** É a interpretação de um programa previamente estabelecido, representado graficamente por desenhos técnicos, fotos, maquetes, entre outros, definindo o partido adotado como a melhor alternativa de solução. A concepção se inicia com os estudos preliminares e se aperfeiçoa através do natural amadurecimento das idéias.

**Execução:** Uma vez definida a concepção, torna-se necessária a elaboração dos seus componentes, sob a forma de desenhos que possibilitem a execução de cada um deles e apresentem sua natural integração. Esta etapa, representada graficamente com todos os seus detalhes, informações, especificações e memoriais, vai definir claramente a edificação a ser implantada.

**Coordenação:** A coordenação é uma atividade sobreposta às etapas anteriores, abrangendo não somente o projeto arquitetônico, mas todas as atividades multidisciplinares que lhe são inerentes. Estes projetos multidisciplinares, por sua vez, podem ser elaborados diretamente pela firma de arquitetura ou firmas especializadas, sob a forma de subcontratação ou, ainda, contratadas em separado junto ao proprietário da edificação. Em qualquer dessas hipóteses, porém, estas atividades interdisciplinares devem estar subordinadas à coordenação da empresa de arquitetura, como condição absoluta para a boa solução das interferências surgidas.

A partir daí, a mesma AsBEA estabelece em seu manual de contratação de serviços de arquitetura e urbanismo as etapas para o projeto que se enquadram no modelo anterior.

- **Programa de necessidades:** fase onde o cliente expõe ao profissional suas necessidades e desejos frente ao produto final. É aqui que o arquiteto deve buscar apreender as intenções do contratante, além de sondar os pré-requisitos projetuais

que deverão ser atendidos e as condicionantes do projeto como clima, insolação, locação, etc., depois arquivá-los sobre formas de desenhos e/ou anotações.

- **Concepção de projeto:** aqui são concebidas as primeiras traduções e intenções descritas pelo cliente na etapa anterior e traduzidas como as primeiras representações efetivas de desenho no papel.

- **Croquis iniciais:** é a expressão da etapa anterior sob o viés de representação arquitetônica, embora sem compromisso real de parametrização. Nessa etapa o projetista desenha livremente, expondo suas idéias e depurando o pensamento.

- **Estudo preliminar:** agora o arquiteto inicia o trabalho apoiado em dimensões e escala. Desenvolve o trabalho embasado em organização funcional e características formais do objeto.

- **Anteprojeto:** fase da etapa projetual em que o projeto se apresenta de forma mais organizada, pré-dimensionado, funcional, em escala e contendo certas informações do objeto projetado, assim como seu aspecto formal mais elaborado.

- **Projeto arquitetônico:** etapa na qual todos os desenhos já estão parametrizados, cotados e em escala. As setorizações neste momento já estão determinadas, funcionalidades definidas e aspectos formais estabelecidos, contando com situação, locação, plantas baixa, cortes, cobertura e fachadas. São voltados à apresentação da idéia com todas as questões ou condicionantes de projeto já definidas. Este grupo de desenhos vale como projeto final com o objetivo de aprovação em órgãos competentes.

- **Projeto executivo:** é a etapa de projeto com definições e especificações de materiais e detalhamento minucioso dos elementos arquitetônicos propostos. Possui um nível mais avançado de confecção de desenhos. Serve, quiçá, como projeto de construtibilidade (etapa pouco difundida), que se traduz em um memorial descritivo em forma de desenhos e detalhamentos. Contém o máximo de informações para se evitar dúvidas na execução do objeto.

- **Coordenação e gerenciamento geral do projeto:** é a etapa em que o profissional acompanha a execução do projeto, objetivando minimizar ao máximo os problemas de execução, problemas esses advindos do aumento dos riscos de fracasso durante as diversas etapas de projeto. Pode-se entender, em suma, o gerenciamento como a disciplina de definir e alcançar objetivos, enquanto se otimiza tempo, dinheiro, pessoal, mão de obra e espaço. Geralmente essa atividade fica sob o escopo de um indivíduo intitulado gerente de projeto que, idealmente, não participa diretamente das atividades do produto final. Em contrapartida, trabalha como um agente mantenedor do progresso e interação constante dos participantes do empreendimento.

- **Assistência à execução da obra:** é a fase complementar de projeto que se desenvolve concomitantemente à execução da obra. Fase de eventuais revisões projetuais e para o arquiteto desdobram-se duas situações. A primeira delas relaciona-se com os problemas factuais que esse é chamado a solucionar e isso inclui a execução adequada dentro dos limites de tempo, orçamento e restrições correntes. A segunda volta-se a correta execução do projeto detalhado, vislumbrando a materialização das idéias do projetista no plano real.

- **Projeto de apresentação:** essa etapa possui uma característica atual de ser realizada sob a esfera da Tecnologia de Informação (TI) e apoiada na tecnologia CAD (*Computer Aided Design*), ou seja, desenho assistido por computador. É o momento em que, geralmente, se tornam mais evidentes as tecnologias de representação em virtude do encantamento que esta pode provocar no cliente. Também é característica dessa etapa uma possibilidade de maior entendimento e percepção até mesmo do profissional frente ao projeto, a partir da apresentação de texturas, cores, luz, sombra. Aqui cabe uma discussão futura, em etapa conveniente desta dissertação, acerca da adequação das formas de representação ao processo projetual.

Enfim, este momento de projeto trata da simulação da realidade por meio de programas gráficos como o *3D Studio Max*, que fazem da imagem uma possibilidade de “imaginar o futuro”, ou seja, aproximar o objeto arquitetônico da sua realidade

futura. Trata-se o projeto como algo construído, como uma imagem no presente de um objeto a ser executado.

Permeando todas essas etapas, está a representação de projeto, seja ela por simples anotação ou desenhos visionários gerados por computador. Posto isso, o presente trabalho segue desenvolvendo um raciocínio que remete às questões da representação; suas possibilidades e restrições.

### 3.2 A REPRESENTAÇÃO

O problema da representação do espaço, longe de ter sido resolvido, ainda nem foi colocado. Por não termos até agora a definição exata da consistência e do caráter do espaço arquitetônico, faltou a exigência de representá-lo e difundi-lo. Por essa mesma razão, a educação arquitetônica é totalmente inadequada. (ZEVI, 1978).

A forma como os edifícios são representados no decorrer da história são maneiras “incapazes de representar completamente o espaço arquitetônico” (ZEVI, 1978). O produto final, que na maioria dos casos é apresentado, pouco ajuda na percepção do objeto que se resume a plantas baixas, elevações, cortes e fachadas expressas sem qualquer intenção explicativa. As plantas com suas divisões de cômodos que, na verdade, ressaltam paredes, fachadas, cortes (que servem exclusivamente para medir alturas), não funcionam adequadamente à representação de um objeto que transcende, em muito, tais elementos representativos.

Quando queremos construir uma casa, o arquiteto nos apresenta uma perspectiva de uma das suas vistas exteriores e possivelmente outra da sala de estar. Depois apresenta-nos plantas, fachadas e seções, isto é, representa o volume arquitetônico, decompondo-o nos planos que o encerram e o dividem: paredes exteriores e interiores, planos verticais e horizontais. (ZEVI, 1978).

Apesar de estar fora da percepção real do edifício, “a planta baixa ainda é o único meio com que podemos entender a estrutura completa de uma obra arquitetônica” (ZEVI, 1978), mas a constatação é que ela não basta por si só. Ao observar a representação de projetos em livros de arquitetura, em sua maioria será possível encontrar o método gráfico linear, como por exemplo, no caso da *Falling Water House* de *Frank Lloyd Wright*. Como se admitirá que tal elevação represente o edifício como ele se apresenta na realidade?

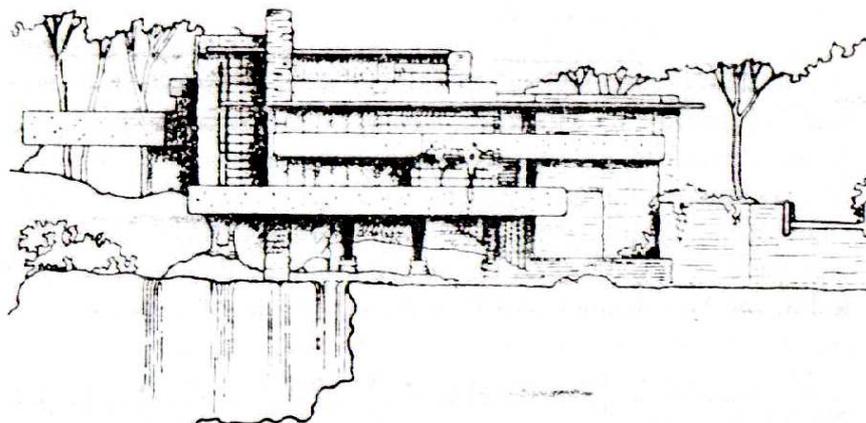


Figura 3.1 Elevação frontal da *Falling Water House*, sobre um método de representação linear.

(Fonte: ZEVI, 1978).



Figura 3.2 Foto representativa do objeto concluído expressando as intenções do arquiteto.

(Fonte: GÖSSEL, 2001).

O que dizer da *Smith House*, projeto de Richard Méier, se fossem apresentadas somente as suas plantas baixas. Seria possível perceber a grandiosidade do projeto?

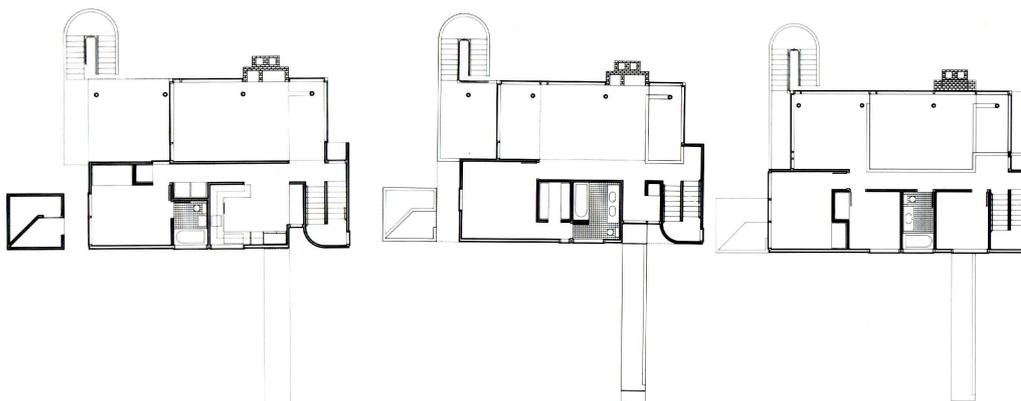


Figura 3.3 Plantas baixas, em seqüência, dos três pavimentos da *Smith House*.  
(Fonte: JODIDIO, 1995).



Figura 3.4 Foto ilustrando a espacialidade e a verdadeira intenção do arquiteto.  
(Fonte: JODIDIO, 1995).

O problema da representação se estende ao principal objetivo da arquitetura: o espaço interno, o espaço protagonista que abriga o homem. Como representar satisfatoriamente, por exemplo, o projeto do Museu *Guggenheim* de Bilbao antes de sua construção utilizando “técnicas rígidas”?

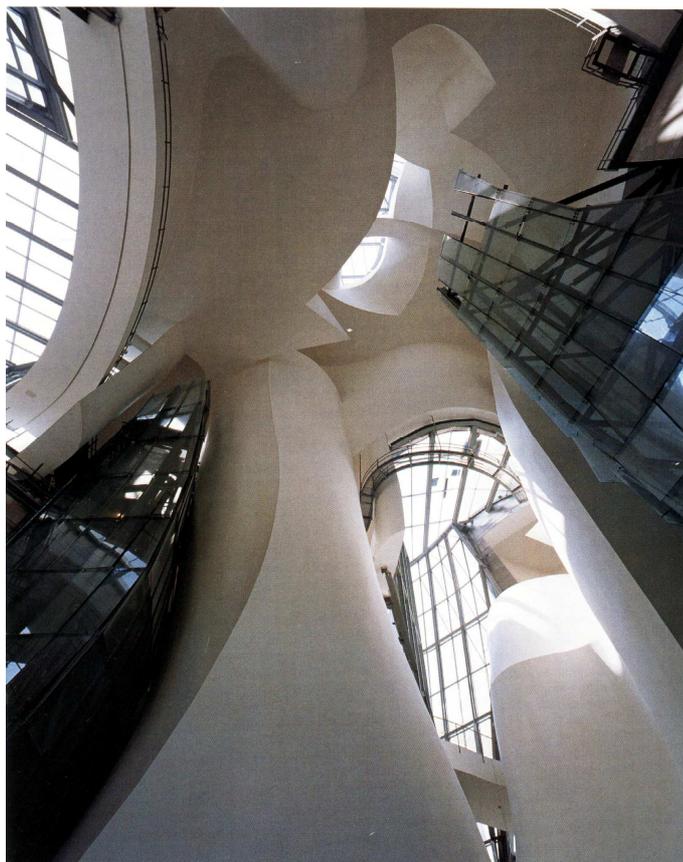


Figura 3.5 Foto de parte do espaço interno do museu.

Fonte: GÖSSEL, 2001

Fato curioso acerca desse museu foi a metodologia do arquiteto na forma da sua concepção. Gehry, subvertendo a forma tradicional de se projetar em arquitetura, partiu de um modelo físico em três dimensões e percorreu o “caminho contrário” de representação. Partindo de uma maquete física, o arquiteto expôs sua intenção projetual sem nem mesmo uma planta para sua construção. Até então só havia feito alguns croquis de forma livre sem nenhum compromisso paramétrico. A partir de então, com o modelo físico construído, o computador entrou como ferramenta fundamental no processo construtivo, servindo como suporte a “descoberta” da manifestação gráfica do edifício. Toda a maquete foi digitalizada por instrumentos utilizados no ramo da medicina (instrumentos esses voltados para a confecção de próteses de extrema precisão) e posteriormente gerado um modelo em 3D. O que é conhecido, tradicionalmente, como a primeira etapa de representação parametrizada (o projeto representado sob forma gráfica), só foi iniciada após a geração desse modelo tridimensional com a confecção de aproximadamente 2.000

desenhos, que curiosamente ficaram sob a responsabilidade da firma de engenharia e não do escritório de Gehry. (STUNGO, 2000).

Assim, acredita-se que um pensamento nessa dissertação poderia ser trazido à tona. Existiria alguma ordem rígida ao se projetar? Etapas de representação de projeto poderiam se permear para melhor exposição de idéias e compreensão do projeto? Para isso, discorre-se a seguir um desdobramento no sentido de: buscar uma adequação das formas representativas digitais às etapas convenientes, abrindo caminho para novas formas de se conceber e entender o projeto, como sendo a hipótese levantada neste presente trabalho.

### 3.2.1 A percepção



Figura 3.6 – Ilustração do livro “O Pequeno Príncipe”

Certa vez, quando tinha seis anos, vi num livro sobre a Floresta virgem, “Histórias Vividas”, uma imponente gravura. Representava ela uma jibóia que engolia uma fera. Eis a cópia do desenho.

Dizia o livro: “As jibóias engolem, sem mastigar a presa inteira. Em seguida, não podem mover-se e dormem os seis meses da digestão.”

Refleti muito então sobre as aventuras da selva, e fiz, com lápis de cor, o meu primeiro desenho. Meu desenho número 1 era assim:

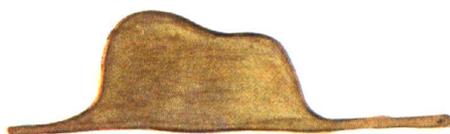


Figura 3.7 - Ilustração do livro “O Pequeno Príncipe”

Mostrei minha obra prima às pessoas grandes e perguntei se o meu desenho lhes fazia medo.

Responderam-me: “Por que é que um chapéu faria medo?”

Meu desenho não representava um chapéu. Representava uma jibóia digerindo um elefante. Desenhei então o interior da jibóia, a fim de que as pessoas grandes pudessem compreender. Elas têm sempre necessidade de explicações. Meu desenho número 2 era assim:

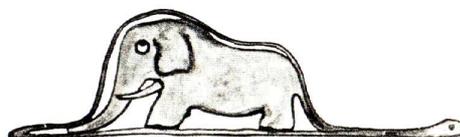


Figura 3.8- Ilustração do livro “O Pequeno Príncipe”

As pessoas grandes aconselharam-me deixar de lado os desenhos de jibóias abertas ou fechadas, e dedicar-me de preferência à geografia, à história, ao cálculo, à gramática. (Fonte: EXUPÉRY, 1964).

A personagem do livro Pequeno Príncipe, pelo trecho citado acima, demonstra que a percepção de um objeto varia de acordo com a interpretação de quem o vê. Para que houvesse essa percepção, foi preciso que a partir de algo representado se elaborasse um produto final, de acordo com o entendimento do observador e da linguagem visual.

Quando Pierce (1987) desenvolve seu estudo de semiótica, sua vertente passa a trabalhar sobre um amplo campo de investigação e análise, não se restringindo à lingüística, gerando fenômenos comunicativos com características mais amplas que a verbal. Essa vertente pôde ser considerada uma linguagem comunicacional com maior capacidade semiótica de guardar o objeto dinâmico<sup>1</sup>, e por conseqüência, permitir ao interpretante<sup>2</sup> engajar em um universo multicódigo e estabelecer um maior número de informações em rede.

Para que haja comunicação é preciso, primeiramente, que se defina um objeto a ser representado por um signo, que gera outro signo, o interpretante. Assim, há algo a se representar de caráter material ou não, sendo tratado aqui como o Objeto. Surge aí a função do Signo: a de possibilitar o contato com a realidade mediante uma convenção para se definir o objeto. Neste momento, em que se tenta defini-lo por meio dos signos, existe a dificuldade de representar uma realidade

---

<sup>1</sup> Objeto dinâmico é o objeto tal qual ele é: real, imaginável ou não, que vem determinar o signo à sua representação. (PIERCE, 1987).

<sup>2</sup> Interpretante é quando o signo cria no espírito da pessoa um signo equivalente. (PIERCE, 1987).

dinâmica onde o objeto é complexo podendo, assim, o signo ser considerado um veículo deficiente por não ser a coisa em si.

Quando a questão é imagem, a mesma situação é percebida. Embora esta sirva como um signo apto a gerar uma interpretabilidade que a palavra não dá, é da qualidade do signo carregar somente parte do objeto dinâmico. A exemplo da TV, pode-se dizer que o aparelho em cores tem mais capacidade de representar um objeto que uma TV preto e branca, embora ambas sejam deficientes, tornando o acesso a realidade muito precário. Considerando que imagens em arquitetura são representadas, pode-se estabelecer esta mesma relação de representação em função de plantas rígidas e as “esteticamente apresentadas”.

Entendidos os signos como o único meio de representar a realidade, as imagens (signos) estabelecem conexões físicas com o objeto, entrando no campo das potencialidades, trabalhando com as expectativas das mesmas em consequência da informação recebida e decodificada pelo receptor.

As grandes imagens têm ao mesmo tempo uma história e uma pré-história. São sempre lembrança e lenda ao mesmo tempo. Nunca se vive a imagem em primeira instância. Toda grande imagem tem um fundo onírico insondável e é sobre esse fundo onírico que o passado pessoal coloca cores particulares. (BACHELARD, 1989).

### **3.2.2 Simulação, tecnologia e estética**

A imagem, por definição, é a “representação de pessoa ou de objeto” (FERREIRA, 1986). Ao se tratar de representação, faz-se referência à expressão no plano real. Quando Filippo Brunelleschi desenvolve a perspectiva científica:

Estudou os monumentos arquitetônicos dos antigos, e parece ter sido o primeiro a tomar as medidas exatas dessas estruturas. Sua descoberta da perspectiva científica pôde perfeitamente ter sido o resultado de sua busca de um método acurado de registrá-la no papel. (JANSON, 1996).

Essa técnica enquadra-se perfeitamente nessa definição de representação, sendo ele um dos primeiros a representar três dimensões em dois planos. Jean Baudrillard quando elabora a ordem dos simulacros (BAUDRILLARD, 1981), definindo-os como simulação, abarca esta questão de representação no plano real de algo irreal.

Nestas condições, a relação com a realidade deixa de ser uma relação de proximidade para se dar à base da imagem, construindo neste plano um universo controlável de acordo com os desejos. Desta forma, o que a imagem produz é a reconstrução, no concreto, do que só o desejo é capaz de promover – o ideal, a perfeição. Sendo assim, pode-se entender que a imagem em sua condição de representação une de maneira tênue a realidade com a perfeição simulada.

Quando se entra em um processo de substituição do real (representação) é possível admitir que se trabalhe com a perfeição (com o que se espera do real), unindo assim o “desejo” (que a perfeição pode trazer), somando-se ao fascínio da imagem para representar o objeto.

Desta forma, o fascínio que a imagem gera passa a ser algo de suma importância. A representação do real que é apresentada é tão mais facilmente assimilada e admitida quanto mais elaborado for o tratamento estético dessa representação. Esta aproximação entre estética e representação pode ser dada pela tecnologia como agente possibilitador do *trompe l'oeil* (engana olho), servindo como mecanismo de disfarce. (BAUDRILLARD, 1981).

Um exemplo curioso ocorrido em termos práticos do conceito explicitado ocorreu quando a atriz Bruna Lombardi posou para uma revista e alegando possuir um de seus olhos mais fotogênicos, por intermédio da tecnologia, passou a apresentar o mesmo olho reproduzido nos dois lados do seu rosto. Fica materializado assim o conceito mencionado acima acerca do processo de substituição do real e o jogo com a perfeição e fascínio. As pessoas passam a esperar do real o que a representação lhes dá.

Como modelo da ordem produtivista dos simulacros (BAUDRILLARD, 1981), a imagem passa a servir como paradigma para a realidade, por um processo de representação do desejo e de todo o seu caráter ideal, gerando visões de mundo ligadas à representação e percepções como paradigma de comportamento.

Um outro exemplo pode se dado em relação ao poder que a imagem pode alcançar sobre grupos. Se James Dean usava certo tipo de camiseta em um filme, na semana seguinte os estoques da referida camiseta estariam esgotados nas lojas

ou se Brad Pitt atua em uma propaganda de algum automóvel, o consumidor passa a desejar o veículo não só pelo seu “caráter de veículo”, mas pelo que ele acredita estar agregado a ele, mesmo que inconscientemente.

O que se apresenta em arquitetura como simulação, pode agregar os valores da imagem e sua conseqüente carga intencional conforme foi visto até aqui. “Dessa maneira, é importante considerar os trabalhos de simulação de arquitetura como fundamentais às experiências prévias de projetos” (DUARTE, 1999) e colocá-las como aliadas aos interesses seletivos do arquiteto, mediante às intenções que este possua com relação à imagem apresentada. O trabalho de simulação mediado por máquinas é apoiado “... numa relação comunicacional de entrada e saída, onde cada ação do usuário se reflete no conjunto ambiental ou as próprias modificações do ambiente se refletem na apreensão espacial do usuário”. (DUARTE, 1999).

A imagem gerada pode ser entendida como conseqüência da tecnologia, daí a relação entre essa e a estética. Admitindo a tecnologia como um fenômeno globalizado, é necessário entender a máquina como conseqüência disso e esta como uma ferramenta de representação das intenções e “como princípio gerador de um novo real” (PARENTE, 1993), representando o objeto de interesse.

A produção industrial gerou um conceito de trabalho que remete aos gregos quando definido como toda a atividade que fazia o homem transpirar, encaixando esta definição perfeitamente ao homem industrial. Submetido a um trabalho que exigia muito mais uma habilidade manual do que de uma atividade cerebral, cada vez mais suas funções tornavam-se específicas, substituindo o artesão (artista) por um “imbecil especializado”, como diria o sociólogo Domenico de Masi (MASI, 2000), que entendia esse momento industrial por uma definição de Marx: “O trabalho produz coisas espirituais para os ricos e imbecilidades para os pobres”. (MARX, apud DE MASI, 2000).

Quando, no passado, o operário produzia parafusos, a empresa não tinha do que se queixar: menos intensamente vivia, mais obedecia à máquina, mais se mecanizava e mais produzia. Mas hoje já não se pode entender assim, não é necessariamente no tempo que se passa dentro dos escritórios que resolverá muitas questões do seu trabalho.

Com efeito, é contemporaneamente sobre a derrota do operário fordista e sobre o reconhecimento da centralidade de um trabalho vivo sempre mais intelectualizado, que se constituíram as variantes do modelo pós-fordista. (LAZZARATO, 2001).

Hoje, uma decadência dos valores de produção industrial acontece, à medida que cada vez mais a máquina é utilizada para substituir o homem. Por essa razão, este homem que desempenhava um trabalho braçal passa a ver-se obsoleto em sua função, pois a sociedade passa a exigir um trabalho de produção de idéias, ou seja, um trabalho criativo, apoiado em seu intelecto e nas suas experiências pessoais, que parece ser a premissa da sociedade pós-industrial ou da informação.

Em conseqüência desta modificação nos padrões de produção, passa a ser valorizada toda a bagagem cultural do homem - "... o intelectual se encontra completamente no interior do processo produtivo." (LAZZARATTO, 2001) "...o intelectual não pode mais ser separado da máquina produtiva". (LAZZARATO, 2001) - e emerge o caráter subjetivo de avaliação por conseqüência direta da tecnologia. "Até alguns anos atrás, escolhíamos lentes *Galileo* ou *Zeiss*. Hoje escolhemos a armação *Dior* ou *Cardin*. O aspecto técnico do objeto já é considerado garantido, portanto emerge o aspecto estético". (MASI, 2000).

Outro exemplo a este respeito seriam os osciladores de relógio, que antigamente oscilavam três ou quatro vezes por segundo e os mais caros eram aqueles que chegavam a oscilar uma, quatro ou cinco vezes. Tendo este objeto ingressado na era do quartzo e do cézio e passado a oscilar bilhões de vezes por segundo, qualquer relógio, mesmo aqueles oferecidos de brinde, são agora duzentas vezes mais precisos que o necessário para quem o usa, passando a ser o design o diferencial entre um relógio e outro.

Até mesmo alguns objetos que ainda não chegaram ao máximo de seu desenvolvimento tecnológico, como os computadores ou telefones celulares, já competem no campo do design. Com isso, volta-se a valorizar o apelo estético dos objetos, um pouco esquecidos pela produção industrial.

Os consumidores dos anos 80 e 90 reparavam muito na marca, gostam muito das grifes: vestiam Yves Saint-Laurent, Calvin Klein, Giorgio Armani, e queriam que isso fosse notado. Chegavam ao paroxismo de usar vestidos, bolsas, sapatos com a sigla ou a assinatura do estilista impressa e à vista, em profusão, para todos os cantos. (MASI, 2000).

Mas este é um fenómeno que não se limita ao vestuário. Entendida esta relação entre a tecnologia e o carácter elevado de subjetividade, acredita-se que a imagem também se encaixe neste carácter estético como modo de representação, podendo exercer fascínio, desejo e paradigma de algo próximo ao perfeito e, desta forma, podendo lidar com o encantamento que esta exerce.

Se não existisse a estrutura tecnológica para a representação adequada, como seria possível representar e até mesmo projetar o Museu *Guggenheim* citado anteriormente? Diz Sérgio Musmeci, por Zevi:

A falta de previsão tecnológica é a causa da crise actual da arquitectura e aquilo que a impede de tornar-se verdadeiramente moderna. A história tem de ser actualizada, dando-se um salto do passado para o futuro; o problema da futurabilidade das formas não pode adiar-se por mais tempo. (MUSMECI apud ZEVI, B, 1984).

Daí a necessidade de computadores eletrônicos para a representação das imagens, o que extrapola em muito os instrumentos rígidos dos arquitetos: régua e esquadro, compasso etc. Iniciado no princípio do séc. XV, o triunfo da perspectiva desviou a preocupação do arquiteto em projetar: “Com a perspectiva, a arquitetura deixou de dominar para passar a ser dominante o seu conteúdo”. (ZEVI, 1984).



Figura 3.9 Armado com régua T.

O arquitecto não pensa já na arquitectura, mas somente na maneira de a representar. A linguagem da perspectiva incita-o a falar obrigando-o a projectar à base de prismas e de ordens prismáticas sobrepostas, quer seja através dos palácios renascentistas ou do grotesco “Coliseu quadrado” da E.U.R. fascista, de Roma.  
(Fonte: Zevi, 1984).

Com a tecnologia contemporânea pode-se libertar de instrumentos rígidos e entrar no plano das simulações arquitetônicas:

não de uma maneira estática, como a perspectiva, mas em qualquer aspecto visual ou de comportamento. Podemos verificar os dados espaciais de uma casa, as suas dimensões, a luz, o calor, a fluência. O simulador gráfico desenha plantas, seções, elevações, faz-nos percorrer o edifício ou a cidade, torna possível uma infinidade de soluções alternativas (ZEVI, 1984).



Figura 3.10 Caricatura da profissão arquitetônica.

após o aparecimento do computador, publicada no AIA Journal. O arquitecto, sem se mover do seu lugar, descreve a uma secretária a sua idéia e ela transcreve-a no computador. A máquina põe-se em movimento e um robot constrói o edifício tridimensional.  
(Fonte: ZEVI, 1984).

A simulação digital, além de permitir a interferência do usuário de maneira consciente em relação às intenções do arquiteto, reduzindo a possibilidade de devaneios interpretativos entre projeto e representação, conduz o cliente a uma representação mais fiel da intenção projetual, permitindo a ele “vivenciar” o edifício antes de acabado, podendo entendê-lo e transformá-lo. “Finalmente, ficará preenchida a persistente lacuna, pelo menos a partir do Renascimento, entre arquitecto e arquitectura”. (ZEVI, 1984).

## **4 A INFORMÁTICA E SUAS POSSIBILIDADES NO SETOR DA ARQUITETURA ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO**

### **4.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

O constante desenvolvimento tecnológico na fabricação de computadores tem possibilitado uma crescente utilização dos mesmos nas mais diversas áreas do conhecimento humano. Hoje em dia, se comparado com tempos atrás, existe um acesso direto às tecnologias, coisa que há pouco era restrita a fins militares e governamentais. No período da Segunda Guerra Mundial, os computadores eram inatingíveis ao gosto popular, serviam a cálculos matemáticos específicos, ocupavam espaço físico significativo e seu valor não era condizente a população.

Já nos anos 80, a cibernética encontra uma nova relação com a sociedade. Os computadores passam a ser denominados PC (*Personal Computers*) e admitem um caráter diferenciado daqueles primeiros. A escala e o custo são reduzidos, a capacidade de processamento é multiplicada e os micros passam a desempenhar novas funções. Assim, essa máquina torna-se popular e admite um caráter de objeto de uso pessoal, que adquire fundamental importância nas novas formas de informação e trabalho, mesmo que no início essa transformação tenha ocorrido em pequena escala. O fato é que o computador se torna parte da vida diária dos indivíduos no trabalho e no entretenimento, não valendo somente a empresas ou governos. (CASTELLS, 1999).

A utilização da informática deixou de ser um sinal de modernidade para se tornar uma condição de trabalho cotidiana. As atividades de interesse da arquitetura não poderiam ficar de fora do processo de informatização e seguiram essa diretriz. Historicamente, os computadores começaram a ser usados como facilitadores de

tarefas rotineiras, visando automatização de processos, principalmente como ferramenta de cálculo. À primeira vista, esse uso não teria valor à arquitetura, mas com o início do uso para a atividade de desenho, foi possível utilizá-lo de maneira otimizada, primeiramente na elaboração de desenhos técnicos, utilizando o computador como ferramenta de “passar a limpo”, basicamente por programas de tecnologia CAD.

Avançando nessa progressão de uso (*softwares* e *hardwares*), os computadores passaram a oferecer uma performance gráfica menos inóspita. Surgem os monitores com maior número de cores e imagens de melhor qualidade, possibilitando ao usuário a intenção de representação dos objetos ao cliente de forma mais convincente e inteligível.

Ainda é possível considerar uma questão relevante ao estudo da informática aplicada à arquitetura: o computador, além de superar sua condição de simples ferramenta de cálculo, hoje em dia deixou de trabalhar como mero instrumento de entrada de dados para dar lugar às possibilidades geradas a partir dele como as de criação.

Estudos apresentam o computador como uma “máquina do conhecimento” (MOREIRA, 1998), não objetivamente como o elemento criador, mas como aquele que estimula e melhora as condições do criador. Passa a ser uma ferramenta que amplia os horizontes projetuais e auxilia na tomada de decisões nas etapas de projeto.

Apesar de o presente trabalho ter a consciência que esse seria um novo patamar de discussão e que o assunto foge ao alcance de suas intenções - podendo ser matéria para um posterior aprofundamento de pesquisa acadêmica em outra oportunidade. Segue-se o raciocínio que remete a presença da informática na representação de caráter digital em arquitetura e suas possibilidades de investigação projetual.

#### 4.1.1 Suporte tecnológico

A partir de então, propõe-se definir as novas condições tecnológicas para o processo de representação gráfica de projeto no universo da AEC e seus desdobramentos. Basicamente, o suporte informatizado pode promover duas tecnologias. A primeira, denominada de Tecnologia da Informação – TI, tem por característica determinante as relações intra e inter-organizacional, promotora por excelência de integração e interação entre partes (Oliveira, 1998), gerenciamento e suporte a comunicação.

A segunda tecnologia, seria a Tecnologia CAD, que se relaciona mais diretamente com a atividade projetual e seus desdobramentos. Neste caso, pode-se elencar softwares específicos de representação como o *AutoCad*, *3D Studio MAX*, *Solid Works*; outros como editores de texto e planilhas, sistema de hipertexto e/ ou condições multimidiáticas.

Por definição, Tecnologia da Informação:

é o conjunto de recursos não humanos dedicados ao armazenamento, ao processamento e a comunicação da informação, e a maneira como esses recursos estão organizados num sistema capaz de executar um conjunto de tarefas. A TI não se restringe a equipamentos (hardware), programas (software) e comunicação de dados. Existem tecnologias relativas ao planejamento de informática, ao desenvolvimento de sistemas, ao suporte ao software, aos processos de produção e a operação, ao suporte de hardware, etc.

A sigla TI, tecnologia da informação, abrange todas as atividades desenvolvidas na sociedade pelos recursos da informática. É a difusão social da informação em larga escala de transmissão, a partir destes sistemas tecnológicos inteligentes. Seu acesso pode ser de domínio público ou privado, na prestação de serviços das mais variadas formas. (Baker, 1985).

Sendo assim, as novas tecnologias da informação podem alterar o processo de percepção do mundo, isso ocorre pelo fato de implicarem na tecnização generalizada da experiência do mundo natural e do mundo social.

Segundo este raciocínio, “a percepção do mundo natural estaria se tornando o resultado da própria performatividade técnica, convertendo-se cada vez mais numa Realidade Virtual” (RODRIGUES, 1998), ou seja, a realidade deixa de ser aquilo que nos restringe, para ser tornar aquilo que é tecnicamente realizável.

Os próprios limites da experiência da vida individual, da experiência da vida e da morte, estariam em vias de se tornarem fluidos e movediços na medida em que dependeriam da performatividade e das virtualidades técnicas da vida. (RODRIGUES, 1998).

Outro conceito decorrente de tal definição seria o de Sociedade da Informação. Essa terminologia acompanha comumente os conceitos e os estudos relativos às novas Tecnologias da Informação. É usualmente utilizado para indicar o conjunto de impactos e conseqüências sociais das TI's. Entretanto, cabe ressaltar que a informação por si mesma não tem nenhum valor. De acordo com Bernardo Sorj (2003), "sua relevância depende da sua inserção num sistema de produção do conhecimento".

Neste processo de desenvolvimento social liderado pelas novas tecnologias, também surge o conceito de Sociedade do Conhecimento,

referindo-se ao conhecimento científico, a partir do qual se desenvolve a capacidade de inovação tecnológica, principal motor da expansão econômica do mundo contemporâneo. Do ponto de vista sociológico, talvez fosse mais adequado falar de sociedades capitalistas de consumo de bens tecnológicos (SORJ 2003).

Dentro de todo esse contexto, a arquitetura tem recebido a sua parte de benefícios. Depois de passar por diversas etapas, as novas tecnologias permitem um amplo desenvolvimento da área que pode ser percebido pelos atuais processos de representação gráfica de projetos e pelo gerenciamento de informação agregada à atividade, como será visto a seguir.

As etapas do projeto de um empreendimento na construção civil exercem influência determinante sobre toda a atividade da empresa e age de forma indiscutível sobre a qualidade do produto final da mesma. Embora atendida esta condição como correta, observa-se na construção civil, de maneira constante, uma deficiência grave no gerenciamento do processo de projeto. A busca por melhorias vem sendo largamente discutida em diversos estudos e muitos autores descrevem as necessidades de mudanças, implementações e inovações (VALERIANO, 1998), que estão geralmente, associadas ao rendimento desejável em um projeto de edificações. Apesar dos esforços, pesquisas realizadas nessa área tendem a mencionar, principalmente, o desenvolvimento de novas tecnologias e métodos de gestão de produção como soluções.

Um dos fatores que ocasiona deficiência da atividade projetual, refere-se ao baixo custo do projeto em relação à obra, que o encobre de maneira clara, frente a sua importância sobre o produto final. Assim sendo, é possível deduzir que no ramo da construção civil existe a explicitação da negligência no processo projetual. Fator que prova essa afirmativa é a utilização das tecnologias de computação somente como uma ferramenta de processamento de dados.

Hoje em dia, o principal esforço das ciências da computação está em como gerenciar o conhecimento. Esta vantagem, se tomada como adquirida, pode levar à informação traduzida em termos de conhecimento, direcionamento estratégico e vantagens competitivas. Segundo Agrasso e Abreu (2000):

neste cenário um novo paradigma tecnológico começa a ser delineado. O esboço da era da inteligência em rede é marcado por diversas tendências relativas a TI. Essa nova era caracteriza-se por uma crescente interpenetrabilidade dos computadores nas organizações; pela convergência entre a mídia, computadores e redes de telecomunicações; automação da organização; processo de trabalho com maior agregação de valor proporcionado pela TI; aceleração da competição global e difusão e adoção de padrões tecnológicos globais.

Pode-se verificar em todas as companhias bem sucedidas no meio globalizado, que estas baseiam suas atuações na informação, usam da tecnologia para tal e continuamente acompanham as inovações tecnológicas, melhorando sua qualidade e alcançando novas abordagens de relacionamentos com o seu público. Sendo assim, acredita-se que a tecnologia aplicada ao ramo da engenharia e da arquitetura também possa ser considerada como Tecnologia de Informação, visto que são ferramentas para comunicação e transmissão de dados.

Embora possa se valer a tais finalidades (comunicação e transmissão de informação), deve-se ter em mente que a Tecnologia da Informação pode atuar de maneira grandiosa no cotidiano projetual, como já é feito em centros de tecnologia e grandes empresas. Um exemplo é o que vive-se hoje (EMBRAER) com as modelagens que acontecem em tempo real na rede de Internet. Essa possibilidade será discutida em momento oportuno desta dissertação.

## 4.2 TECNOLOGIA CAD

Até a década de 80, o mercado era formado por engenheiros e arquitetos familiarizados com os elementos tradicionais de desenho e pela necessidade de esmero em caligrafia, traçado e precisão no ato de se representar. Depois desse período, o computador passa a servir como suporte ao desenho técnico e observa-se o que foi a primeira “revolução” nos métodos tradicionais de representação gráfica: o desenho como que “passado a limpo” a partir da máquina. Essa foi a primeira representação auxiliada pela informática, seguindo pelos desenhos referenciados. (BAYNES & PUGH, 1981).

A maioria dos arquitetos atuantes no mercado de trabalho ainda são herdeiros desse período baseados nos métodos tradicionais. Sendo assim, o raciocínio deles, na maioria das vezes, remete à prancheta no ato de representação e por consequência, os desenhos gerados no computador ainda reproduzem os métodos tradicionais, o que leva a uma subutilização dos computadores. A simples mudança nos instrumentos de representação e automatização do desenho bidimensional “não acrescenta qualquer vantagem à concepção, ao projeto e à análise dos objetos concebidos, mostrando uma subutilização da capacidade de processamento dos computadores atuais”. (PRATINI 1996).

Outra condição de restrição que se pode observar atualmente com relação a utilização do computador como “prancheta eletrônica”, ou seja, mero instrumento de finalização da representação técnica do objeto arquitetônico, surge como consequência dessa primeira condição, no sentido de limitar e inibir seu uso em uma esfera mais ampla, como no processo de concepção, produção e análise da arquitetura. Segundo Cabral Filho e Santos (1997),

os programas de CAD hoje disponíveis no mercado, usados da forma como são, apenas para desenho, não criam novas demandas para a arquitetura, não contribuem em nada para o processo criativo da arquitetura, não abrem caminho para novas investigações que questionem a relação entre a representação e o objeto arquitetônico representado.

... os programas de auxílio ao desenho só respondem às demandas tradicionais de representação do arquiteto, tornando-se uma pseudo-revolução no processo de produção da arquitetura.

Ainda defendem que: “apenas uma revolução radical de tais softwares, mesmo desvirtuando o seu uso predeterminado, seria capaz de abrir possibilidades de discussão de um novo paradigma de representação e criação arquitetônica”.

Se alcançada a condição de exploração das possibilidades promovidas pelo uso dos computadores, uma verdadeira revolução poderia ocorrer, promovendo a utilização do computador como auxiliar nas tomadas de decisões, indutor de criatividade e não como limitador da mesma. Para Rosenthal (1993), “um arquiteto fazendo croquis desenha linhas muito rápidas sobre o papel e gasta muito tempo analisando-as e a utilização do computador no processo pode inverter essa ordem”.

Segundo seu raciocínio, é óbvio que se constrói um modelo 3D mais lentamente, mas sua manipulação é muito mais rápida, visto que, a partir do objeto modelado, dispensam-se muitos outros desenhos, em virtude de se manipular livremente o volume. Ainda sob essa linha de pensamento, o arquiteto pode analisar atributos dos objetos, como escalas, cores, texturas, iluminação, relações espaciais e volumetria.

O suporte CAD se define como a plataforma capaz de promover o trabalho auxiliado por computador em ambas as situações: tanto referente ao uso básico quanto ao uso referido acima, sendo assim, estudos podem definir o patamar de utilização dessa tecnologia em três momentos distintos como será visto a seguir.

Já em 1985, Chapius (1995), identificou três padrões de atuação de sistemas CAD em escritórios de arquitetura. Cada padrão tende a refletir o potencial dos recursos informatizados aplicados de apoio ao projeto e ao desenho. Esses padrões são ordenados e nomeados de maneira crescente da seguinte maneira: Padrão Básico, Padrão Integrado e Padrão Vinculado ao Negócio.

Por ordem de complexidade de atuação, existe o *Padrão Básico* que define a tecnologia CAD basicamente como instrumento de desenho, visualização e comunicação. São destinadas na maioria das vezes a apresentação de projetos, comunicação e detalhamento, sendo, além disso, atividades automatizadas e quase sem integração com as tarefas de projeto.

O *Padrão Integrado* pode ser qualificado como em um nível intermediário de utilização. Nessa etapa, utiliza-se não somente a Tecnologia CAD, mas também os recursos da Tecnologia da Informação, promovendo dessa maneira a integração entre as atividades exercidas no empreendimento, desde a concepção projetual até a forma de armazenagem e organização das informações colhidas para tanto. Pode-se ilustrar essa etapa como a inter-relação entre diversos tipos de projetos (arquitetônico, elétrico, hidro-sanitário), ou ainda, entre a utilização de softwares distintos, como planilhas geradas no *Microsoft Excel*, *Microsoft Project* ou editores de texto e imagem, como o *Word* e *Corel Draw* e também a utilização de ferramentas de comunicação como a Internet. Ou seja, no padrão integrado abre o leque de possibilidades de integração entre softwares e tecnologias para alcançar o produto final de forma otimizada.

Ainda é necessário mencionar que sob essas condições de atividade, a empresa de projetos deve incorporar procedimentos de gerenciamento da informação, garantindo que assim a informação circule de forma fácil, transparente e acessível aos membros da equipe.

O terceiro padrão de utilização é denominado de *Padrão Vinculado ao Negócio*. Aqui o Padrão Integrado, mencionado anteriormente, é aprofundado em algumas características específicas relacionadas às estratégias de negócio do escritório, diretamente voltada ao tipo de produto oferecido e ao tipo de cliente que é buscado pela empresa. Nessa situação, geralmente são desenvolvidos projetos com tipologias definidas: agências bancárias, postos de gasolina, entre outros que possuem soluções espaciais e banco de dados pré-definidos, bem como detalhamentos, especificações e materiais sob forma de biblioteca de dados. Tais condições, contam com um aproveitamento otimizado de suas atividades em virtude do potencial oferecido pelas tecnologias informatizadas (CHAPIUS 1995).

Para homem e máquina entrarem em consonância em nível de igualdade de ação, ou seja, para dar a mesma importância para ambos agentes, a mesma autora propõe uma metodologia de implantação de sistemas CAD (CHAPIUS 1995). Segundo ela, deve-se estabelecer uma padronização das linguagens envolvidas nas atividades de projeto, melhorar as definições projetuais, e aprimorar a qualidade dos

padrões gráficos de representação, objetivando estabelecer um paradigma para a comunicação técnica nas atividades da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Tais melhorias poderiam ser consideradas a partir da estruturação e nomenclatura de camadas (*layers*) e da interdependência de arquivos referenciados, conforme mencionado por Cordeiro (1996). Tais ações buscam uma uniformidade de procedimentos de desenhos, com base em padrões internacionais, com a intenção de possibilitar a integração e o compartilhamento de informações entre os envolvidos, considerando critérios de legibilidade e padronização como, por exemplo, as diretrizes para a configuração das camadas (*CAD Layer Guidelines*) do Instituto Americano de Arquitetos – AIA.

Pelo que foi mencionado acima, a padronização das atividades e a organização da informação e seu gerenciamento promovem um real aproveitamento tanto das tecnologias da informação, quanto das plataformas CAD. Considerando ainda que tais procedimentos de estruturação não se restringem aos recursos computacionais, mas toda e qualquer atividade das etapas de projeto.

#### **4.2.1 A representação digital**

Uma aranha efetua operações semelhantes a de um tecelão, e uma abelha envergonha muito arquiteto na construção de seus alvéolos. Mas o que distingue o pior arquiteto da mais hábil das abelhas é que o arquiteto ergue sua estrutura na imaginação antes de levá-la na realidade (MARX, 1983).

O homem, pelo seu caráter de inteligência, tem a capacidade de imaginar o produto de sua obra e agregar uma série de intenções decorrentes de seus objetivos. Em virtude do objetivo de estereotipar esse pensamento, vê-se a necessidade de compilar o maior número de elementos para o melhor entendimento das intenções. Embora o desenho objetivo possa permitir o devaneio, esse se dá desligado da intenção do arquiteto, como cita Bachelard (1989) “O devaneio volta a habitar o desenho exato. A representação de uma casa não permite que um sonhador fique indiferente por muito tempo.” Essa imaginação do produto final se dá no universo do observador e não do arquiteto. A questão é representar a imaginação do projetista e as sensações que deseja passar. Como descrever a imaginação do arquiteto?

Por observação, entende-se que todos os tipos de representação são, na verdade, uma busca em simular o real. Nos métodos representativos mencionados e utilizados na maioria dos livros técnicos de arquitetura, observa-se que não se percebe a capacidade das pessoas de perceber precisamente o objeto, além do fato de que eles contribuem em grande parte para nossa falta de educação espacial (ZEVI, 1978).

No aporte tecnológico contemporâneo, pode estar a resposta para uma simulação da realidade mais próxima dela mesma e de investigação projetual. “Para uma imagem extraordinária, meios extraordinários” (ZEVI, 1978). Embora a ficção venha mostrar essa simulação, muitas vezes, de modo distante e inatingível, como em *Matrix*, a verdade é que ela pode acontecer em situações que envolvem a perspectiva em maquetes eletrônicas, que nada mais são do que uma representação no plano de real de algo não real.

É hoje um tanto comum, mesmo em bancas de revistas, encontrar publicações a respeito de “arquitetura virtual”. Normalmente são produtos realizados em softwares de auxílio ao desenho, como o AutoCad, e posteriormente texturizados e animados em outros softwares, como o 3D Studio, entre outros. (DUARTE, 1999).

Tais aparatos tecnológicos nos permitem “avançar no tempo” e observar o edifício como se estivesse construído. Segundo Santaella (1998), as imagens passam a pertencer ao terceiro paradigma no processo evolutivo da produção imagética. Nesse momento, alcança um patamar pós-fotográfico e passa a ser sintetizada por operações matemáticas e cálculos abstratos, não havendo realidade física como nos modelos pré-fotográfico (1º Paradigma) e fotográfico (2º Paradigma). Dessa maneira atinge um momento de irrealidade e se antecipa ao mundo como um experimento.

Na verdade, quando uma imagem de *3D Studio* é mostrada a alguém é como se o projeto concluído fosse apresentado e toda a intenção do arquiteto estivesse realizada naquela imagem. Como se a foto de algo que ainda não existe fosse antecipada.



Figura 4.1 Perspectiva interna.

(Fonte: o autor)



Figura 4.2 Perspectiva externa.

Fonte: o autor

As diferenças entre representações são mais evidentes quando comparadas com imagens que ilustram o mesmo objeto com técnicas representativas diferentes. O primeiro exemplo abaixo mostra uma representação técnica que afasta o interesse do leigo sobre o objeto e no segundo o interesse é direcionado a uma preocupação em relação à estética, embora ambas possuam a mesma intenção explicativa, apresentando informações iguais.

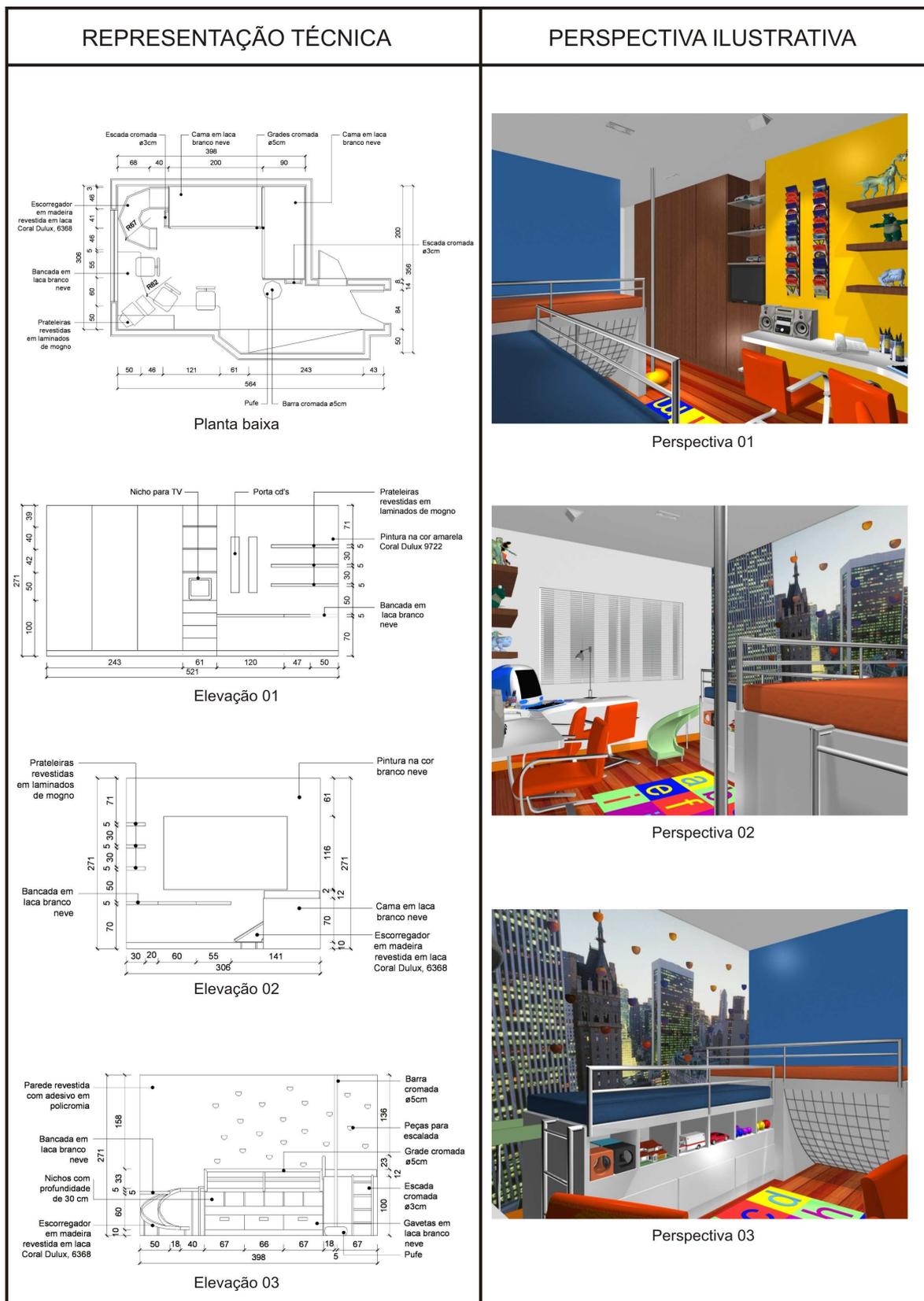


Figura 4.3 Imagens comparativas.

Fonte: o autor.

No exemplo, observou-se o abismo de representação no que tange ao entendimento das intenções na comparação do “método linear”, apresentado por desenhos técnicos, em contraposição aos desenhos com tratamento estético apropriado ao leigo.

#### 4.2.2 Representação 2D

Informações precedentes à representação 2D devem ser levadas em conta na medida que estruturam a lógica fundamental do sistema de representação gráfica digital, seja ela em duas ou três dimensões. Editores gráficos, que trabalham com programas de computador para execução de desenhos, manipulam constantemente dois níveis de informação. O primeiro deles é de natureza visual, ou seja, aquilo que se apresenta na tela do computador e a segunda é a tradução desta mesma informação, só que agora em linguagem alfanumérica que representa a estrutura matemática que está por trás da imagem apresentada (BORGES, 2001). A imagem a seguir ilustra como esses dois níveis de informação se comportam.

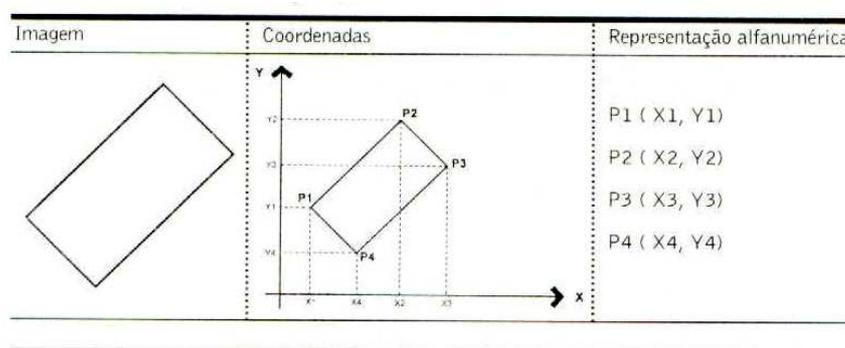


Figura 4.4 Representação gráfica e alfanumérica

Fonte: BORGES, 2001.

Pode-se observar que os editores gráficos se baseiam, fundamentalmente, no mesmo sistema de projeções ortogonais com o qual comumente se trabalha, ele somente foi transposto à tela do computador que pode gerar maiores recursos e facilitar as tarefas de desenho. Em sua essência é baseado no sistema cartesiano de coordenadas, que utiliza nos desenhos bidimensionais os eixos X (horizontal) e Y (vertical), com a origem das coordenadas em sua interseção e introduzido o eixo Z (alturas), quando se trabalha com a modelagem tridimensional.

Além de se considerar a formação gráfica tradicional como fundamental aos profissionais de arquitetura e engenharia e apesar dos recursos de Tecnologia CAD apresentarem um significativo avanço em relação às técnicas tradicionais de representação, é conveniente abordar vertentes de melhor utilização destes recursos na esfera bidimensional para posterior estudo em 3D.

Até bem pouco tempo atrás, esta ferramenta era, de forma quase unânime, utilizada na representação em duas dimensões, relacionada principalmente às etapas do projeto executivo e detalhamento. Entretanto, observa-se atualmente uma tendência do mercado à utilização dos recursos de Tecnologia CAD voltados à simulação em um nível de maior complexidade, como as perspectivas em 3D, passeios virtuais pré-definidos (animações) e passeios virtuais aleatórios (*walkthrough*), proporcionadas pela capacidade de processamentos dos computadores atuais. Por hora, levar-se-á em conta os recursos 2D de representação.

Apesar da tecnologia CAD significar um avanço em relação ao desenho técnico tradicional, ou seja, o desenho realizado sobre prancheta, é necessário ter em vista que sua utilização, hoje em dia, na maioria dos escritórios, se restringe a uma prancheta eletrônica, que na verdade, auxilia o projetista apenas no aspecto de rapidez de edição de desenho, precisão e uniformidade de traçado, deixando de lado, por exemplo, um recurso possível de interdependência entre desenhos: caso uma alteração seja feita em uma parte do desenho, esta mesma alteração seria feita em todo o resto do projeto, coisa que não acontece hoje em dia. Sendo assim, é necessário indicar alguns parâmetros para melhor utilização deste recurso e possibilitar a interação do processo projetivo e a interação dos recursos de desenho bidimensional.

Pode-se levar em conta dois aspectos das representações gráficas em 2D: a sua **organização** e os **desenhos** propriamente ditos.

No âmbito da *organização* do processo de trabalho, destaca-se o conceito de desenhos em camadas (*layers*) - proporcionado por grande parte dos editores gráficos - que se direcionam principalmente às etapas finais do processo de projeto em que existem definições mais concretas sobre o edifício e sua representação.

Essa organização é frequentemente feita através do uso de desenhos em projeção ortogonal. Padrões como o “*CAD layer guidelines*” permitem essa organização e promovem um discurso comum entre os diversos segmentos envolvidos em uma edificação, tanto interna (comunicação gráfica entre membros da mesma esfera de competência), quanto externamente, quando a comunicação é feita entre profissionais de áreas diversas.

Ainda como possibilidade de representação, pode-se levar em conta a organização de layers para posterior exportação de modelos tridimensionais virtuais a softwares de tratamento e modelagem. Semelhante à organização 2D, é preciso considerar as condições para exportação desse modelo, seguindo os parâmetros do software, no caso o *3D Studio Max (Autodesk)*, tais como os comandos necessários ao intercâmbio entre as dimensões 2D e 3D do *AutoCad*, que compreendem resumidamente: separação de entidades por *layers*, conceitos de superfície (*Region*), extrusão simples e por *Patch*, subtração, malhas, eixos (*UCS*), comandos de dependência entre os programas como *facetres*, *surftab1* e *surftab2*, compreensão entre diferentes tipos de exportação (*3ds*, *dwg*), importação etc.

Deve-se considerar ainda a possibilidade de se percorrer o caminho inverso, usando alguns editores gráficos com os quais, à partir da elaboração direta de um modelo tridimensional, pode-se gerar as vistas ortográficas necessárias. Esse processo é semelhante à criação de Frank Gehry para o Museu *Guggenheim* de Bilbao, na qual o arquiteto gerou o modelo 3D digital virtual a partir da digitalização de uma maquete para posteriormente obter os desenhos 2D segundo o modelo tridimensional gerado.

A construção gráfica de elementos geométricos planos admite entidades independentes, a partir de uma formulação matemática dos seus pontos, o que determina definições completas do objeto a ser representado e uma maior agilidade de manuseio do projetista em virtude dos vários recursos disponíveis no programa para a edição das entidades criadas. Neste sentido, verifica-se hoje em dia uma constante evolução dos *softwares* tanto sob os aspectos de interface com o usuário (tornando-se menos inóspitos e de mais fácil manipulação), quanto nos aspectos de criação e edição de entidades geométricas.

A seguir, observa-se a interface gráfica básica do atual sistema CAD utilizado para este fim, nele se visualiza a exposição de recursos visuais com tendência a padronização, que permite manipulação por usuários com pouca ou nenhuma experiência, semelhante aos *softwares* da *Microsoft* da família *Office*.

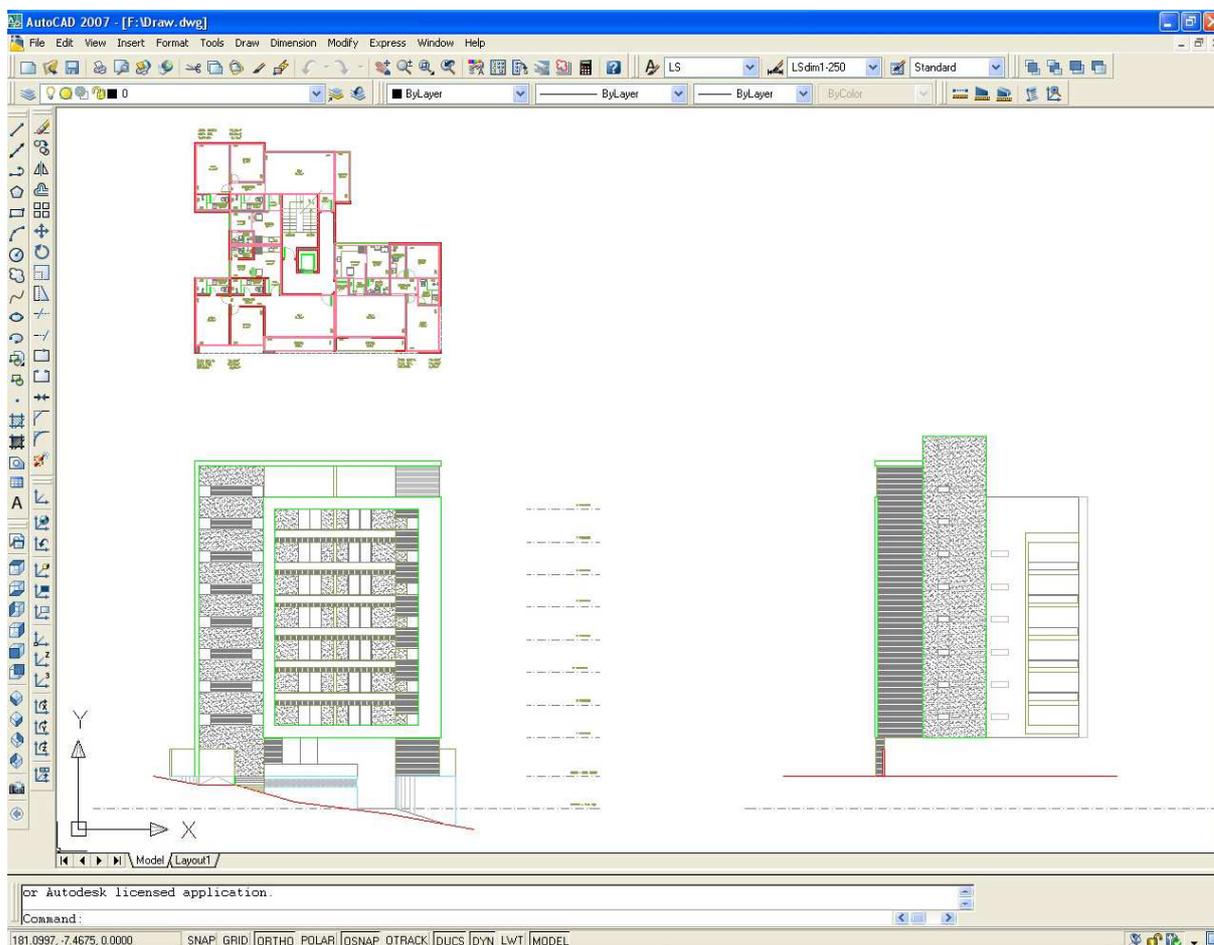


Figura 4.5 Interface gráfica do *software* *AutoCAD 2007* (*Autodesk*)

Fonte: o autor

Algumas pesquisas tiveram por objetivo a comparação entre os métodos tradicionais de desenho e os de utilização CAD. (Oliveira, 1996). Os resultados que se obteve nesse tipo de comparação estão no que diz respeito à rapidez na execução dos desenhos, na precisão, na uniformidade gráfica promovida pela ferramenta e na edição de maneira simples e prática, sendo esse o grande diferenciador nesta comparação. Percebe-se que na prancheta física, as correções e mudanças são “impossíveis” a partir do desenho feito, ou seja, é preciso apagar ou rasurar o que já foi produzido, o que não ocorre nos sistemas CAD. Apesar disso,

observa-se que as características para a construção das entidades geométricas devem ser definidas *a priori*, ou seja, alguns atributos físicos são definidos antes de sua construção como a espessura, traçado, cor, entre outros, como no desenho tradicional, bem como as características gerais das plantas como a adoção de escala, posicionamento na folha e montagem de pranchas para impressão.

Cada desenho vai guardar consigo as particularidades de sua função, como sua finalidade explicativa, seu grau de detalhamento, a etapa em que foi confeccionado e, ainda que implicitamente, a habilidade do projetista e o tipo de formação que recebeu, sem que ignoremos o domínio das etapas anteriores do aprendizado de desenho técnico no seu sistema tradicional. Pode-se concluir que o aprendizado de disciplinas da área de desenho não é dispensável em presença dos recursos disponíveis nos sistemas CAD e sim essencial para o bom desempenho nesse sistema.

#### **4.2.3 Representação 3D**

A modelagem tridimensional, ou modelagem 3D, é um segmento da computação gráfica que tem como objetivo a geração de entidades em 3 dimensões, que podem ser tanto uma cena estática (imagem pré-definida), com o efeito seqüencial de imagens (animação), com ou sem interatividade. É basicamente a criação de formas, sejam elas complexas ou simples e cenários, onde essas se ambientam. Para sua elaboração são utilizadas ferramentas computacionais direcionadas a este tipo de tarefa, como por exemplo, o *AutoCAD*, *SketchUp*, *Maya*, *Solid Works* e o *3D Studio Max*.

A modelagem em 3 dimensões conta com uma enorme variedade de ferramentas e permite o intercâmbio entre programas diferentes sob a condição de exportações e importações. Isso possibilita um trabalho integrado de modelagem e renderização de imagens indispensável na obtenção de um trabalho de qualidade e adequado ao tipo de apresentação que se destina.

Existem três tipos básicos de construção de modelos computacionais. Cada um apresenta suas características próprias, vantagens, desvantagens, técnicas de

criação e edição e finalidade de representação, que vão ser determinadas de acordo com o objetivo da representação. (OLIVEIRA, 2008).

A primeira forma de modelagem é conhecida como modelagem em arame (*wireframe*), ou modelo aramado, que representa o objeto tridimensional por seus vértices e arestas, podendo ser comparado a uma gaiola. Nesse processo, visualiza-se os pontos, linhas e curvas mediante a determinação das suas coordenadas nos eixos, X,Y e Z. (OLIVEIRA, 2008).

A segunda forma é denominada modelamento por superfícies. Essa modelagem não considera apenas as linhas e vértices, mas também as superfícies criadas por eles. Pode ser definida como um material laminar sem massa interna, como se a gaiola do exemplo anterior fosse tomada como exemplo e encapada com uma membrana que determinasse suas faces. Este tipo de modelagem já pode ser considerado como uma forma avançada de modelagem tridimensional, pois permite a atribuição de características subjacentes como a aplicação de cores ao modelo, materiais realísticos e conseqüente criação de sombras, a partir de uma fonte de luz, para posterior renderização, efeitos especiais e de animação. (OLIVEIRA, 2008).

Esse tipo de modelagem é, geralmente, o mais utilizado no ramo da AEC, as características de massa, inércia ou outras atribuições voltadas ao volume interno dos objetos não são relevantes, como no terceiro tipo que será apresentado a seguir.

O modelamento sólido é considerado o mais avançado tecnologicamente e avaliado como uma massa de possível atribuição de propriedades como volume, momento de inércia, densidade, etc. Sua confecção, como nos casos anteriores, pode ser feita a partir de sólidos primários, extrusão de formas bidimensionais, revolução de formas bidimensionais em torno de um eixo pré-definido ou através de operações *booleanas*, definidas como união, subtração e intersecção de sólidos. (OLIVEIRA, 2008).

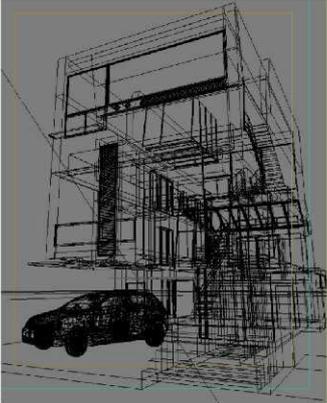
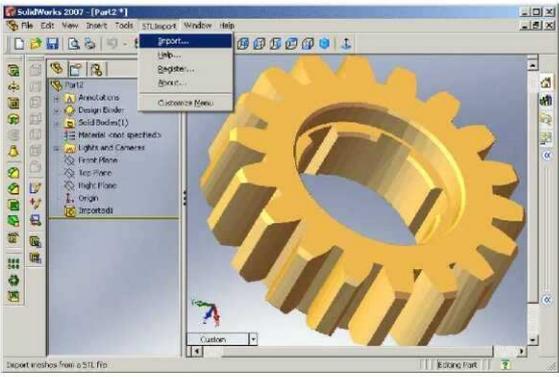
TIPO	ILUSTRAÇÃO
Modelamento em arame	 <p>(Fonte: Archexterior, 2007. vol 01)</p>
Modelamento por superfície	 <p>(Fonte: Archexterior, 2007. vol 01)</p>
Modelamento sólido	 <p>(Fonte: <a href="http://www.sycode.com/products/stl_import_sw/index.htm">http://www.sycode.com/products/stl_import_sw/index.htm</a>) em 11.05.08</p>

Figura 4.6 Tipos de modelagem

Fonte: o autor

Como mencionado acima, o modelamento por superfícies é o mais usual no contexto da AEC e tem como expoente neste trabalho o software *3D Studio Max* que será apresentado a seguir.

Este programa trabalha baseado nas faces geradas pela modelagem e possibilita os recursos de texturização, simulação de luz natural para ambientes externos, luzes artificiais para cenas internas, geração de animações de percursos pré-definidos ou aleatórios por meio de recursos externos (*plugins*) específicos em tarefas diversas. Um exemplo de *plugin* para a área de animação de percursos aleatórios é o *Click-VR*, ele permite que a partir de um ambiente modelado o usuário possa percorrer em qualquer direção da cena, simulando efetivamente um passeio virtual. As animações comumente apresentadas são diferentes das que usam o *Click-VR*, pois o profissional apresenta ao cliente um percurso delimitado pela sua vontade. Outro *plugin* que está se tornando popular para quem lida com o *3D Studio Max*, é o *V-Ray*. Desenvolvido pela *Chaos Group*, é um software de renderização que se diferencia do renderizador (*Default Scanline Renderer*) padrão do software base *3D Studio Max*, pois simula de forma mais apurada os efeitos produzidos na cena, por meio de cálculos avançados e específicos de reflexão, refração, intensidade e efeitos de luz, texturização, etc.

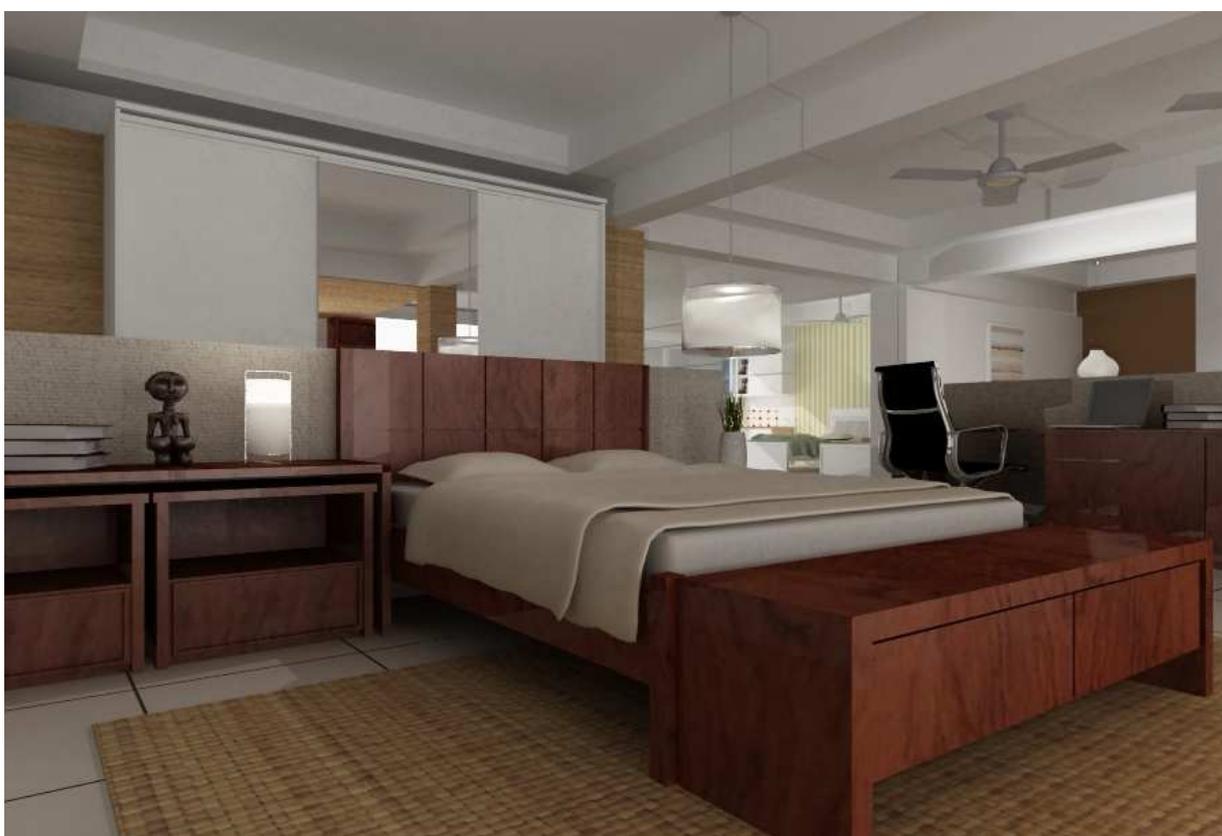


Figura 4.7 Perspectiva fotorrealística.

Fonte: o autor

Esses *softwares* atuam como importantes auxiliares no processo de visualização por parte dos profissionais durante a criação, avaliação da proposta a partir do modelo gerado, tomada de decisões em virtude de um maior entendimento do que está sendo proposto, além de oferecerem um forte impacto visual na apresentação a clientes e ao público em geral. Embora tal tipo de representação possa atuar como ferramenta interessante ao segmento da AEC, deve-se considerar que tal recurso ainda é limitado frente as atuais interfaces de entrada de dados. Estas não permitem agilidade ao registro de idéias iniciais, sendo tal tipo de representação voltada às etapas finais de trabalho (do anteprojeto em diante) e apresentação a clientes.

Porém, a utilização de softwares nas etapas iniciais de projeto pode ser válida na medida em que se pode utilizar arquivos de desenhos bidimensionais como base para a construção de modelos 3D e exploração volumétrica, com significativa rapidez se comparadas com o método intuitivo e natural tradicionalmente utilizado.

Este *software* permite a geração de entidades simples de maneira intuitiva por parte do usuário, em virtude de um ambiente operacional auto-explicativo que possibilita a especulação formal na tela do computador em tempo real. Pode-se girá-lo em todas as direções, editá-lo indefinidamente, alterar sua posição com relativa precisão de forma rápida e interativa. Observa-se a seguir que a interface de comunicação com o usuário é dada por quatro *viewports*, que dividem originalmente em partes quadradas e iguais. Os volumes gerados são visualizados de acordo com a intenção do projetista. A princípio, nos dois *viewports* superiores apresentam a visualização do topo e da face frontal; nos outros dois *viewports* inferiores estão a vista da face esquerda (todas até então ortográficas) e uma perspectiva isométrica, sendo que neste último, geralmente, as câmeras criadas são posicionadas de acordo com o interesse do projetista. (SILVA e CALCIOLARI, 2008)

A imagem a seguir demonstra a possibilidade dos estudos formais para uma futura residência na etapa dos estudos preliminares, na qual esse tipo de especulação formal acerca do objeto a ser projetado é bastante adequado. Nessa etapa algumas soluções já foram definidas e avalia-se a possibilidade de se partir

para o anteprojeto, embora não se tenha materiais de revestimento definidos e outros detalhes projetuais.

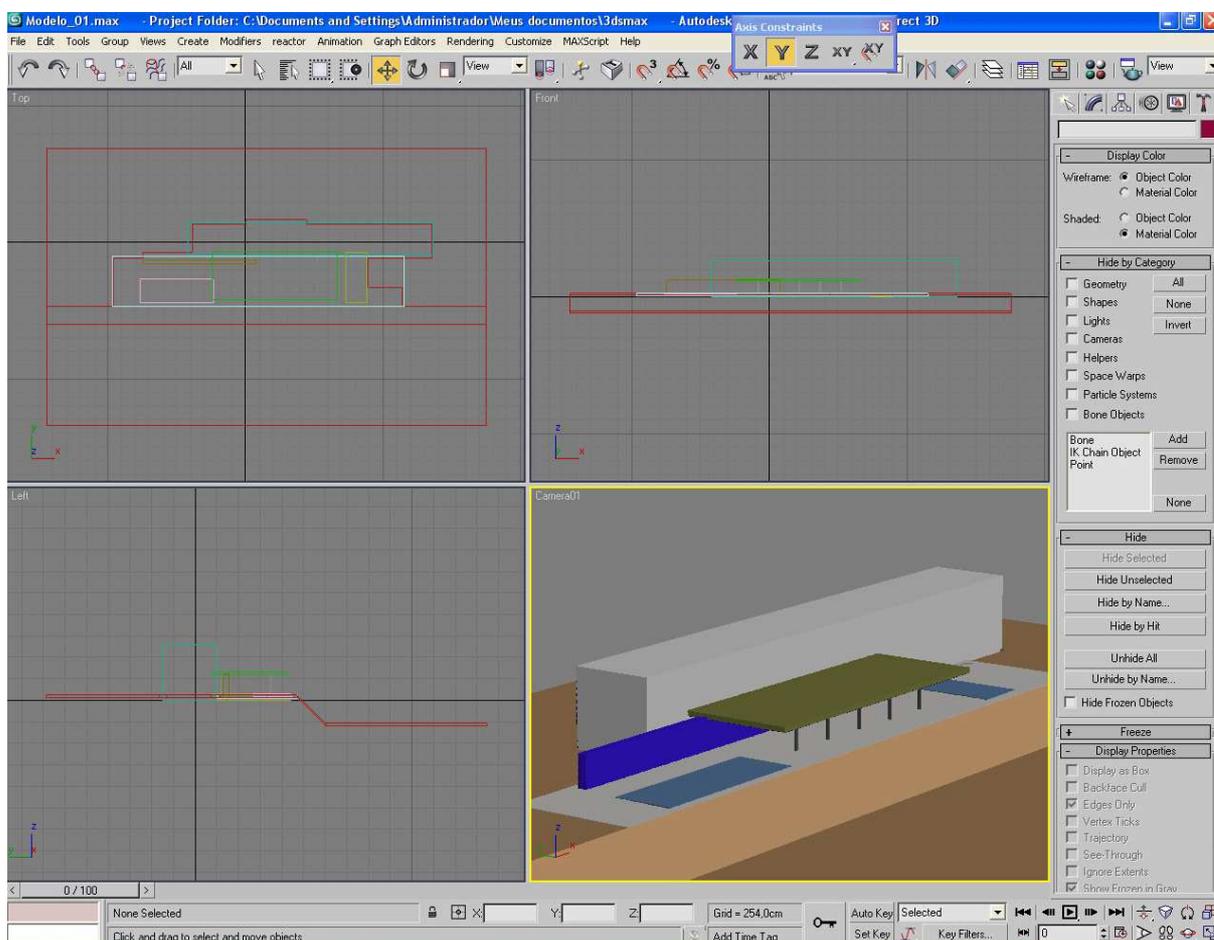


Figura 4.8 Interface gráfica do software 3D Studio MAX 9 (Autodesk).

Fonte: o autor

Ao modelo gerado acima foram atribuídas, aleatoriamente, cores a cada sólido, posicionamento de câmera de acordo com o interesse do projetista. Ainda não foram atribuídas as luzes que iluminam a cena, isto porque, com a utilização deste recurso e de acordo com a capacidade de processamento de alguns computadores, torna-se uma tarefa demorada.

A imagem a seguir ilustra a renderização deste mesmo objeto agora com as luzes já posicionadas, mas ainda sem um grau de modelagem avançado e sem os materiais atribuídos aos objetos.

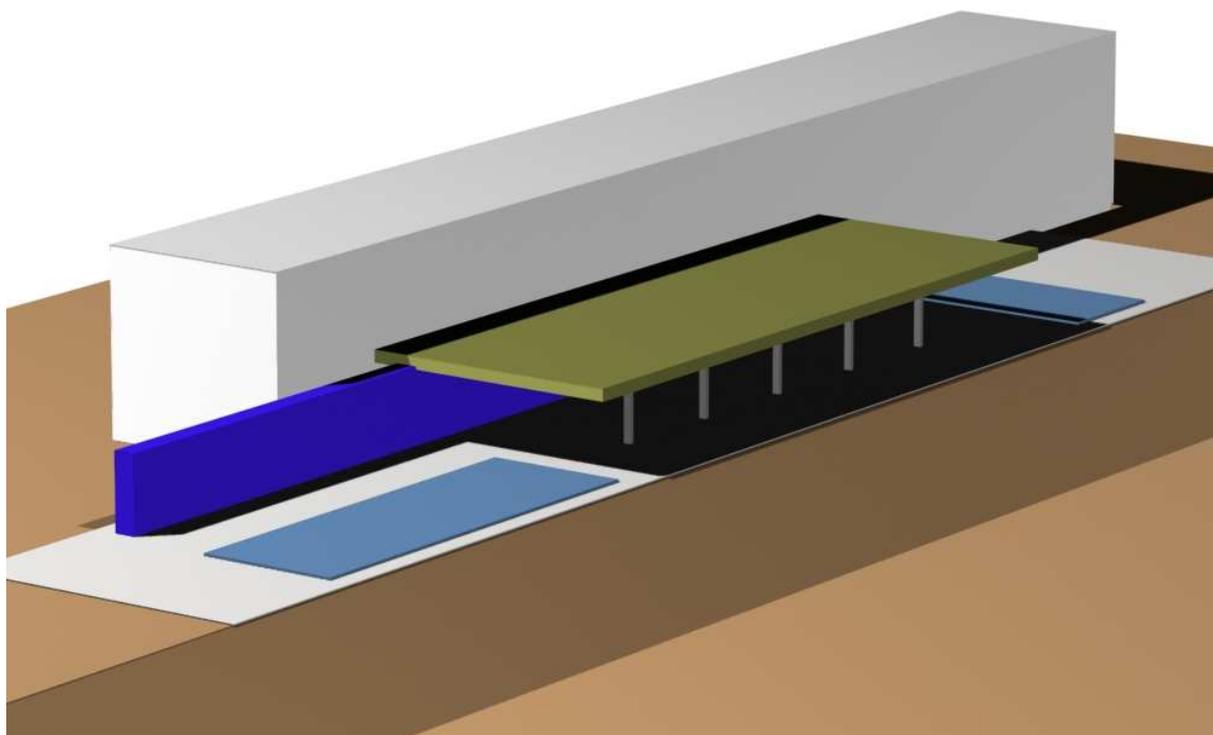


Figura 4.9 Imagem renderizada da cena anterior com a adição luz.

Fonte: o autor

No próximo passo, agora na etapa de anteprojeto e apresentação ao cliente, lida-se com a aplicação de materiais e texturas no modelo e tenta-se simular suas condições reais, para apreciação do cliente, bem próxima do que será a edificação após construída. É neste momento que se entra com os recursos mais avançados do programa, cálculos complexos de reflexão, refração, brilho, definição de renderizadores e suas configurações específicas, como o *plugin V-Ray* mencionado anteriormente. Ainda nesta etapa de apresentação ao cliente, pode-se simular um pano de fundo (*background*) na imagem, conhecida como técnica de foto-montagem para posicionar a residência em seu local de construção efetivamente como se construída, a partir da aplicação de um fundo no *viewport* destinado a câmera de interesse, ou submetendo a imagem a recursos mais avançados, mediante a utilização de outros softwares específicos para tal fim.

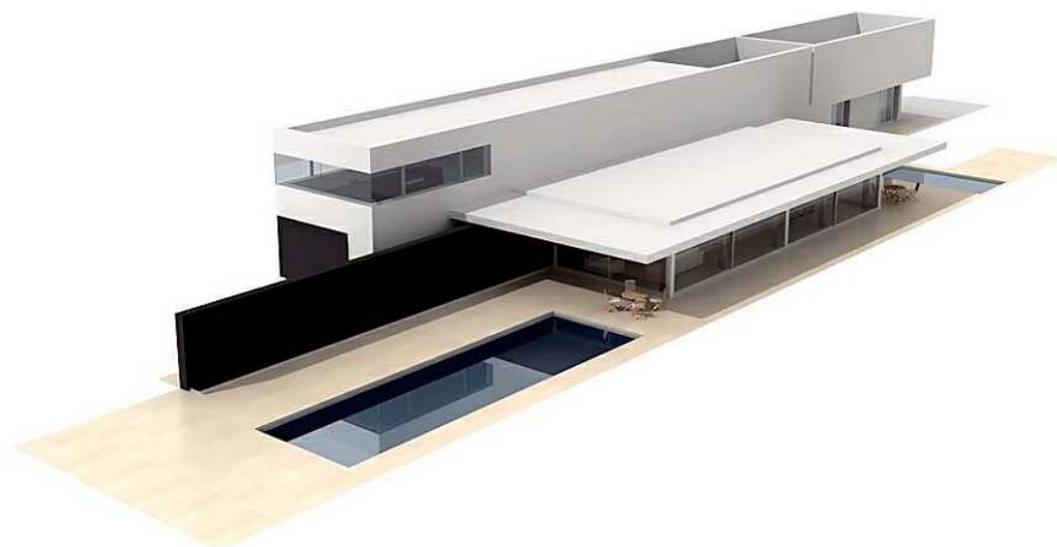


Figura 4.10 Imagem renderizada com a adição luz e materiais.

Fonte: *Archmodels* 2005, vol 17



Figura 4.11 Imagem renderizada com a adição luz, materiais e background.

Fonte: o autor

As vantagens desses modelos virtuais estão na relativa rapidez, em relação a um modelo físico tridimensional, na qualidade e nos seus recursos de simulação de materiais, pontos de vista do observador, na rápida edição de objetos, etc.

Em virtude da complexidade dos modelos gerados, deve-se levar em consideração a forma de apresentação final a ser utilizada. Nesse sentido, a geração de imagens estáticas pode omitir partes do modelo que não serão vistos, objetivando menor tempo de modelagem, arquivos complexos, pesados e menor tempo de renderização. Entretanto, se objetivo for a geração de um arquivo de animação, exige-se um maior detalhamento de toda a estrutura do modelo, tanto interna quanto externamente, o que acarreta uma grande complexidade na construção do modelo, maior tempo de execução, um grande período de renderização, já que se trata de imagens em seqüência e maior capacidade de processamento do computador.

Fato comum que ainda observa-se no setor da AEC é a imagem gerada por computador com baixa qualidade de apresentação dos documentos finais produzidos. Isto se deve principalmente a dois fatores, sendo eles: utilização incorreta e falta de conhecimento mais aprofundado da ferramenta e também ao treinamento escasso nos recursos tradicionais de representação. Como exemplo de tais equívocos, pode-se citar o incorreto posicionamento de câmeras em consequência de se ignorar conceitos básicos de perspectiva, o que leva frequentemente a imagens com certo grau de deformação. Também acontece de a escala adotada para se visualizar o objeto, muitas vezes, ser inadequada, o desconhecimento de configuração dos renderizadores que podem gerar imagens sem contraste, claras ou escuras demais, além de características agregadas a imagem em si, independente das configurações citadas acima, como falta de resolução para impressão.

Por último, deve-se ter em mente que a elaboração de tal modelo virtual deve ser adequada à etapa de projeto para qual ele se destina. Tal especulação e resultado final apresentado acima não são convenientes em etapas primeiras, em que o estudo volumétrico é mais conveniente, embora sua utilização a partir da etapa de anteprojeto já seja ideal tanto para o profissional, auxiliando nas tomadas de decisões, quanto ao cliente, que tem a possibilidade de visualizar sua residência como construída, evitando contratempos e indecisões durante a obra.

Pelo que foi apresentado, pode-se ressaltar a importância do conhecimento prévio dos métodos tradicionais de representação arquitetônica: entendida, conjugada e complementar aos recursos informatizados apresentados até então.

#### 4.3 REALIDADE VIRTUAL

Para estabelecer um ponto de partida, é preciso entender que duas características são necessárias para a existência de uma Realidade Virtual: um usuário (ou mais) e um suporte de tecnologia com interface avançada, que visa estimular os sentidos daqueles que o utilizam. Do intercâmbio entre esses é que surgem os conceitos, as inúmeras possibilidades de manipulação e a interação de dados, geralmente muito complexos.

Mesmo antes da chegada dos computadores, o homem já buscava formas de simular o real e de criar um ambiente fora daquele em que estava inserido. O cinema pode exemplificar um pouco esse contexto. Quando foi criado, na segunda metade do século XIX, tinha um caráter meramente documental, pois registrava a realidade de forma fotográfica. “De acordo com que foi desenvolvendo a sua linguagem e tecnologia, deixou de ser um mero simulador para ser uma máquina semiótica de reprodução da realidade”. (MEDEIROS, 2008)

No caso do cinema, é possível encontrar os dois pontos referidos: usuário e suporte. Entretanto, ainda há a ausência de certas características que não permitem a construção de uma Realidade Virtual: a desterritorialização e a atemporalidade. Um exemplo prático dado por Pierre Levy (1996), é uma conversa por telefone ou por MSN. Ele questiona o lugar onde acontecem essas conversas, citando que as duas pessoas que se comunicam estão em pontos diferentes do globo. Qual seria a hora? A resposta é em qualquer lugar e a qualquer tempo.

A palavra “virtual” surgiu do *virtus* latino e significa potencialidade. Talvez essa seja uma das razões de a Realidade Virtual ser conceituada de muitas maneiras e sofrer diversas ambigüidades. Existem três características que ajudam a compor o conceito: imersão, interação e envolvimento. De acordo com Morie (1994), isoladamente, essas idéias não são exclusivas de Realidade Virtual, mas aqui elas coexistem.

A idéia de *imersão* está ligada com o sentimento de se estar dentro do ambiente. Normalmente, um sistema imersivo é obtido com o uso de capacete de visualização, mas existem também sistemas imersivos baseados em salas com projeções das visões nas paredes, teto, e piso. Além do fator visual, os dispositivos ligados com os outros sentidos também são importantes para o sentimento de imersão, como som, posicionamento automático da pessoa e dos movimentos da cabeça, controles reativos, etc. A visualização tridimensional através de monitor é considerada não imersiva.

A idéia de interação está ligada com a capacidade de o computador detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele (capacidade reativa). As pessoas gostam de ficar cativadas por uma boa simulação e de ver as cenas mudarem em resposta aos seus comandos. Esta é a característica mais marcante nos video-games.

A idéia de envolvimento, por sua vez, está ligada com o grau de motivação para o engajamento de uma pessoa com determinada atividade. O envolvimento pode ser passivo, como ler um livro ou assistir televisão, ou ativo, ao participar de um jogo com algum parceiro. A realidade virtual tem potencial para os dois tipos de envolvimento ao permitir a exploração de um ambiente virtual e ao propiciar a interação do usuário com um mundo virtual dinâmico.(MORIE 1994).

Jean-Louis Weissberg (1996) ao fazer uma análise entre o real e o virtual propõe seis formas diferentes de Realidade Virtual.

A primeira é aquela em que *o real é apresentado pelo virtual*, que não o substitui, mas antes se torna uma das formas de sua percepção. Como exemplo pode-se citar os simuladores de vôo usados em aviões de caça norte-americanos em que o território alimenta como substrato, sua própria simulação. Neste caso, real e virtual são igualmente necessários. A segunda apresenta o virtual como um intérprete do real, ajudando a dar-lhe sentido. Assim uma dada captação óptica num único plano, em uma realidade tridimensional, pode ser decodificada e experimentada numa simulação de modelos, averiguando suas possibilidades.

Já a terceira forma implica uma interação real/virtual num único sistema em que é possível realmente agir sobre o virtual. É o caso de uma criação artística, em que o sopro é analisado por captadores numa tela fazendo mover uma imagem-síntese de uma pena. Weissberg (1996), chama a essa forma de *prolongamento do real no virtual por contigüidade*. Na quarta forma ou figura, temos *a que injeta o real no virtual*. Um indivíduo pode ser inserido numa tela de computador (imagem-síntese) e animar esse universo virtual.

Na quinta o virtual *é visto por uma* janela real, caso em que num monitor apresenta-se uma imagem que, girando o monitor, será vista de outro ângulo. A tela converte-se em órgão de visão. Na sexta e última, há uma telepresença real no virtual. Numa realidade artificial o ser humano pode mergulhar no universo virtual, utilizando telas que funcionam como órgãos de visão (não mais como fundo de projeção) onde a mão de um indivíduo, utilizando luvas especiais acopladas a um computador, tornam-se imagem-síntese desta mão. Com isso o virtual pode ser visto e tocado como realidade natural. Há efetivamente uma telepresença do real no virtual.

Continua, contudo, sendo o ser humano a dar consistência ao virtual. (WEISSBERG, In: PARENTE, 1996).

A última forma citada por Weissberg vem promovendo grandes investimentos na produção de hardware e software. Um exemplo é o programa conhecido como *ARTHUR* (*Augmented Round Table for Architecture and Urban Planning* - Mesa redonda ampliada para arquitetura e planejamento urbano) que permite a discussão detalhada de um projeto de arquitetura, em 3D, antes mesmo da construção de uma maquete.

O *ARTHUR* permite que todas as modificações possam ser visualizadas e que todos os envolvidos vejam como cada uma das mudanças propostas afeta o modelo e como elas interagem entre si. A visualização em 3D exige a utilização de óculos especiais. De acordo com o site [inovacaotecnologica.com.br](http://inovacaotecnologica.com.br), para garantir que o mundo virtual e real sejam precisamente justapostos, os pesquisadores desenvolveram óculos semitransparentes com projeção estereoscópica. Eles funcionam incorporando cenas geradas por computador no campo de visão real do usuário.

#### **4.3.1 Realidade virtual sintética e integral**

Como foi visto na introdução, Realidade Virtual pode ser conceituada de diversas maneiras, mas em todos existem pontos em comum que permitem uma divisão em duas categorias: Realidade Virtual Sintética e Realidade Virtual Integral.

A primeira é representada pela simulação de mundos concretos dentro de computadores, “uma espécie de tradução daquilo que percebemos para uma outra dimensão, numérica, digital.” (PIMENTA, 1996).

Com a Realidade Virtual Sintética podemos "viajar" dentro de edifícios antes de construí-los. Podemos ter, dessa forma, uma abordagem complexa do sistema. Isto é: uma abordagem que implique simultaneamente diferentes aspectos de um mesmo espaço. Podemos ver, ao mesmo tempo e em ação, todas as componentes dinâmicas de um sistema, como o fluxo de pessoas, calor, ventos, comunicação, alimentação de águas, eletricidade, hábitos, tempos de permanência e um sem número de outros elementos. (PIMENTA, 1996).

A Realidade Virtual Integral tem como referência a Internet, pois está relacionada com a informação distribuída através de grandes distâncias, em grande quantidade e em tempo real.

Tendo em vista o grau de desenvolvimento dos computadores e softwares, é necessário observar que a elaboração de sistemas de Realidade Virtual exige o domínio sobre modelagem geométrica tridimensional, simulação em tempo real, navegação, computadores de alto desempenho e boa capacidade gráfica, sistemas paralelos e distribuídos, detecção, projeto de interfaces e aplicações simples e distribuídas em diversas áreas. As mais variadas áreas do conhecimento estão se beneficiando com a Realidade Virtual, além disso, ela também está revolucionando a forma de interação entre as pessoas.

A Realidade Virtual pode ser aplicada em diversas áreas como:

- Visualização Científica: Aplica-se na visualização de superfícies planetárias, túnel de vento virtual, síntese molecular; etc.
- Aplicações Médicas e em Saúde: Simulação cirúrgica, planejamento de radioterapia, saúde virtual, ensino de anatomia, visualização médica, tratamento de deficientes; etc.
- Arquitetura e Projeto. Aplicações no segmento de CAD, projeto de artefatos, planejamento, decoração, avaliação acústica, etc.
- Educação: Laboratórios virtuais, exploração planetária, educação à distância, educação de excepcionais, etc.
- Entretenimento: Turismo virtual, jogos, esportes, cinema virtuais, etc.
- Treinamento: Simuladores de vôo, planejamentos militares, treinamento de astronautas, etc.
- Artes: Pintura, escultura, música, museu virtual, etc.
- Controle da Informação: Visualização financeira, visualização da informação, Informação virtual, etc.

- Telepresença e Telerobótica: Controle de sistemas remotos, teleconferência.

#### 4.3.2 Histórico

Na década de 50, Fred Waller inventou o *Cinerama*, caracterizado por ser um sistema cinematográfico do departamento de efeitos especiais da *Paramount Pictures*, que utilizava três câmaras e três projetores para gravar e projetar imagens de grande formato. O sistema foi apresentado pela primeira vez na Feira Mundial de Nova Iorque, em 1939, com o nome *Vitarama* e envolvia cerca de 11 projetores. Em 1952, surge o primeiro filme com base numa versão mais simples do sistema, mas só em 1962 surge a primeira longa-metragem produzida no sistema *Cinerama*: *A Conquista do Oeste*, realizado por John Ford. Embora o sistema tenha sido um sucesso comercial, ele levantava grandes problemas técnicos, nomeadamente a junção das três imagens, que quando não ocorria corretamente provocava um efeito de desfocagem desagradável. Devido a estes problemas o *Cinerama* foi abandonado e substituído pelo sistema de uma única lente de grande formato (70mm). (JACOBSON, 1994).

Tal invenção tinha o objetivo de criar um meio de alta imersão. Em virtude dessas pesquisas Wallers foi contratado pela Força Área Americana, onde passou a desenvolver simuladores de vôos e também dar início a Realidade Virtual Sintética, ou seja, simular o real dentro das telas.

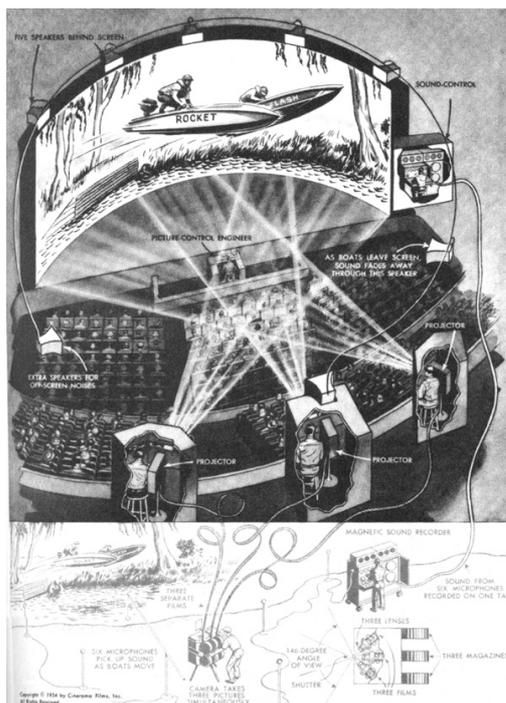


Figura 4.12 Imagem ilustrativa do Cinerama.

Fonte: SUSAN, 1990

O cineasta Morton Heiling também contribuiu para o desenvolvimento da Realidade Virtual. Em 1956 criou um simulador baseado em vídeo denominado *Sensorama*. Com ele o usuário podia ter uma combinação de visão tridimensional e fazer um passeio simulado de motocicleta por Nova York com som estéreo, vibrações, sensações de vento e de aromas.

A sensação de ver em três dimensões tem também como referência um equipamento desenvolvido nos anos 60 por investigadores do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), nos Estados Unidos. Inspirados nas idéias de Waller. Eles implantaram, com o auxílio de uma espécie de óculos, duas pequenas telas de televisão quase que diretamente sobre os olhos. Esse equipamento foi chamado de *Head-Mounted Displays*, ou simplesmente HMD.

Em 1961, a *Philco* produziu um sistema fechado de televisão com um visor montado em um capacete. O usuário podia controlar, a partir dos movimentos da cabeça, uma câmera de televisão. Na Universidade de *Harvard*, foi construído o primeiro capacete de visualização com imagens geradas por computador,

incorporando um sistema de rastreamento da posição da cabeça. O trabalho foi realizado em 1968, por Ivan Sutherland.

Não demorou muito e diversos outros equipamentos simuladores foram surgindo. Em 1977 e 1982 apareceram as primeiras luvas acopladas a computadores. Em 1987, os produtos de Realidade Virtual chegaram ao mercado. A empresa *VPL Research Inc* lançou a luva *Data Glove*. Em seguida, a empresa também passou a vender um capacete de visualização chamado *Eye Phones*. (JACOBSON, 1994).

A Realidade Virtual Sintética e Integral possuem um ponto histórico em comum, que se inicia na década de 50 com a criação do projeto *Advanced Research Projects Agency*, ARPA, uma reação dos Estados Unidos ao desenvolvimento tecnológico Soviético.

Em 1960, um cientista psicoacústico chamado J.C.R. Licklider lançou o livro *Man-Computer Symbiosis*, no qual defendia que:

dentro de poucos anos os cérebros humanos e as máquinas de computação vão ser unidas com grande proximidade. O resultado dessa colaboração vai ser pensar como nenhum ser humano jamais pensou e processar informação de uma forma em nada parecida com as máquinas de tratamento de informação que nós conhecemos hoje em dia (PIMENTA, 2001).

No ano de 1962, Licklider foi integrado aos quadros da ARPA e coordenou um programa de interatividade na estruturação de redes de computadores, a *Arpanet*. Em 1985, ocorreu a fusão da *ARPANET* com a NSFNET, dando início à internet, local onde a Realidade Virtual encontrou a sua principal referência.

### 4.3.3 O usuário

Os estudos de Realidade Virtual são analisados sob a perspectiva do usuário e do suporte. Neste ponto do trabalho o foco será o usuário. As classificações que seguirão no decorrer do trabalho foram propostas por Claudio Kirner<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> O professor Cláudio Kirner possui pós-doutorado em Realidade Virtual, pela Universidade do Colorado, Estados Unidos.

#### 4.3.3.1 Realidade virtual imersiva e não imersiva

O usuário pode se portar de duas maneiras perante a Realidade Virtual, imersiva ou não imersiva. A primeira se caracteriza pelo uso de capacete ou de salas de projeção nas paredes. Enquanto na segunda se destaca o uso de monitores. Nesses casos o sentido da visão é o que determina a classificação.

Embora a Realidade Virtual com o uso de capacetes tenha evoluído e seja considerada típica, a Realidade Virtual com monitor apresenta alguns pontos positivos como: utilizar plenamente todas as vantagens da evolução da indústria de computadores, evitar as limitações técnicas e problemas decorrentes do uso de capacete e facilidade de uso. (KIRNER, 1996).

#### 4.3.4 Modelo de Interação do usuário associados a Ambientes Virtuais

O advento das redes e da Internet permitiu a construção de um cenário composto por um ou mais usuários que podem estar em um mundo real e em um ambiente virtual equivalentes e ainda se comunicarem.

As possibilidades de interação são duas: com um único usuário, participando isoladamente e com vários usuários interagindo entre si e com o ambiente.

O mundo virtual pode representar o mundo real, essa situação é chamada de telepresença e ocorre, geralmente, com a interação de um único usuário. Nesses casos, a pessoa está objetivamente em um ambiente real, que está separado fisicamente da pessoa no espaço, ou seja, uma interface comandada pelo usuário atua sobre um robô que está localizado em um local real. Existem também os casos de participação simulada, na qual o ambiente virtual pode ser imaginário.

A interação de vários usuários pode ocorrer de três maneiras. Primeiro pela comunicação entre usuários, na qual é possível a troca de informação através do ambiente virtual. Depois pelo compartilhamento do ambiente virtual, onde os usuários interagem entre si. A terceira maneira de interação é pela realização de trabalho cooperativo no mundo real através do ambiente virtual compartilhado.

Também é possível que o trabalho colaborativo ocorra em um ambiente virtual imaginário sem vinculação com o mundo real.



Figura 4.13 Esquema de interação com mediação tecnológica.

Fonte: Bishop, 1992

#### 4.3.5 Geração de Ambientes Virtuais por Computador

A imersão em um ambiente virtual exige do usuário um sistema computacional de alto desempenho e com uma boa quantidade de memória, pois o sistema armazena um banco de dados com a descrição dos objetos do mundo virtual, movimentos e comportamento deles.

O fator tempo é um item importante para que a imersão do usuário se dê de uma maneira confortável e não-evasiva. As imagens devem ser geradas com um atraso aceitável para não provocar desconforto e “todas as características sensoriais relacionadas com interfaces deverão ser tratadas em tempo real, para que o usuário tenha a impressão de estar interagindo com o mundo virtual”. (KIRNER, 1996).

Conforme já citado, existe a possibilidade do usuário se conectar a uma Realidade Virtual com dispositivos multisensoriais. Nesse caso é importante que cada dispositivo esteja preparado para realizar a sua função e para ao mesmo tempo atuar de forma sincronizada com outros. Assim as informações podem ser distribuídas pela rede, mantendo em todos os pontos a consistência do ambiente simulado.

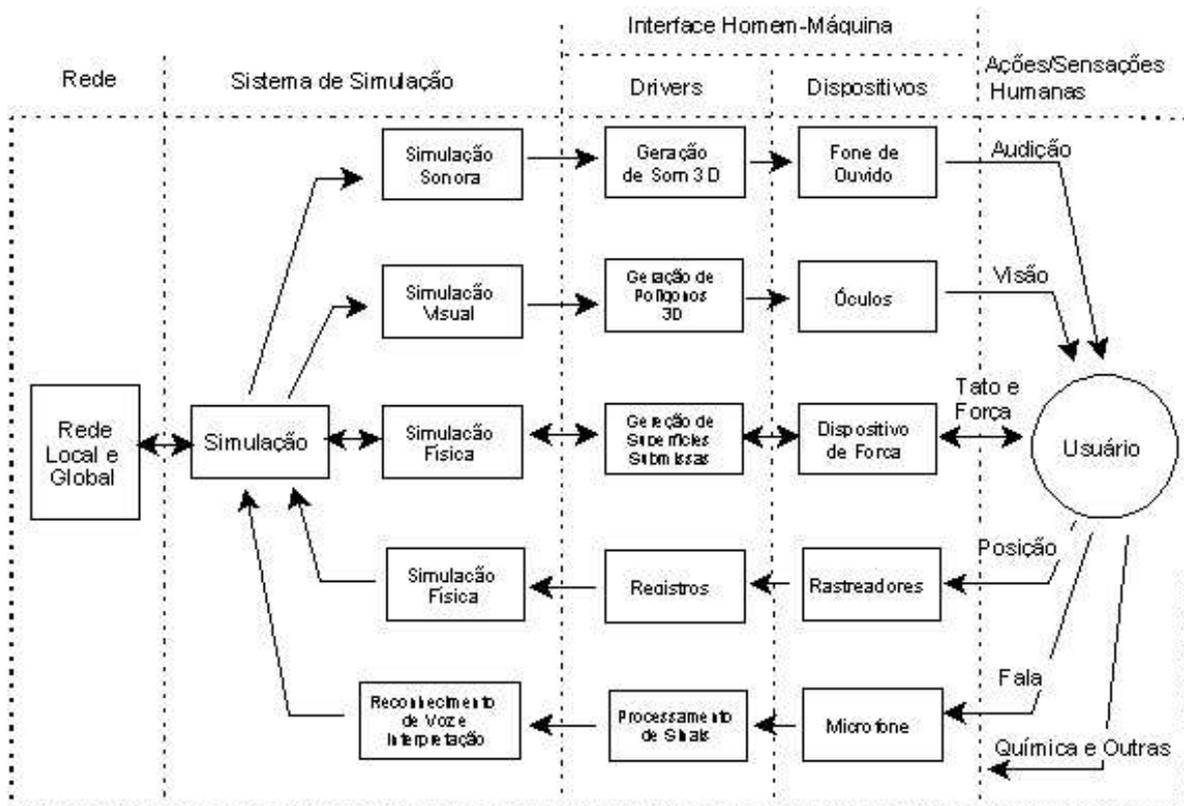


Figura 4.14 Estrutura detalhada de um sistema de RV.

Fonte: DURLACH, N.I. & MAVOR, A.S., 1995

Para se construir um sistema de Realidade Virtual é necessário que exista uma plataforma para abrigá-lo. Atualmente existe uma grande oferta de produtos (*hardware, software, etc.*), que viabilizam a existência de plataformas em sistemas baseados em microcomputadores, passando por estações de trabalho e máquinas paralelas, até sistemas distribuídos.

As plataformas baseadas em microcomputadores são as mais populares. O crescimento acelerado do mercado de Realidade Virtual vem assegurando cada vez mais o aumento da qualidade e das aplicações nessa área, que pode ser um único módulo integrado (*tool kit*) ou vários módulos separados.

Há ainda as plataformas baseadas em Estação de Trabalho. O termo “Estação de Trabalho”, do inglês *Workstation*, é o nome genérico dado a computadores com grande potência e com características superiores no que diz respeito à capacidade gráfica, espaço em disco e velocidade de comunicação.

Para ser utilizada em Realidade Virtual, as estações de trabalho precisam de interfaces e dispositivos adequados. As ferramentas para desenvolvimento de sistema de Realidade Virtual costumam ser instaladas em plataformas de diversos fabricantes. Dentre as plataformas, tem-se: *Silicon Graphics, Sun, DEC, IBM, HP*, etc; e microcomputadores com aceleradores gráficos.

#### 4.3.5.1 Modelagem de Mundos Virtuais

Em 1960 o cientista psicoacústico, J.C.R. Licklider, lançou o livro *Man-Computer Symbiosis* e depois de alguns anos foi chamado para trabalhar na *ARPA*, coordenando o programa de interatividade da Rede. Entretanto um dado histórico anterior a esse acontecimento foi de extrema importância para o desenvolvimento da Realidade Virtual. No final da década de 50, Licklider usava modelos matemáticos para tentar compreender a audição humana, mas em um determinado momento os estudos se tornaram complexos e difíceis de compreender.

Licklider observou, então, que quando tratamos de equações aerodinâmicas ou de padrões de fluídos, como a viscosidade, o clássico processamento de informação numérica não tem mais importância, mas sim a *modelagem*. *Modelagem* é um termo novo, utilizado originalmente por projetistas de aeronaves, a partir das idéias de Licklider. A *modelagem* é a base para todo o processo de simulação em Realidade Virtual Sintética. (PIMENTA, 2001).

Existem tipos padrões de modelagem de mundos virtuais que se seguem:

*Modelagem geométrica*: Neste estágio de modelagem, é feita a descrição das formas dos objetos e também a criação da aparência, como visto no tópico de modelagem 3D deste trabalho.

Os programas como *AutoCAD* e *3D Studio MAX* ou outros editores de Realidade Virtual servem para criar as formas dos objetos. Em alguns bancos de dados comerciais ou em digitalizadores tridimensionais é possível encontrar modelos prontos. A aparência dos objetos esta relacionada principalmente com as características de reflexão da superfície e com a textura.

A textura dos objetos é obtida a partir do mapeamento de um padrão de textura do espaço bidimensional sobre os objetos tridimensionais. Isto se dá como se um pedaço de plástico com o padrão da textura fosse ajustado e colocado sobre o objeto, fazendo parte integrante dele. A textura oferece várias vantagens para a realidade virtual, uma vez que aumenta o nível de detalhe e de realismo de cena. (WATT, A. & WATT, M. 1992).

*Modelagem Cinemática:* Para a obtenção de um ambiente virtual é necessário que os objetos possam se movimentar, por isso é importante que os programas de Realidade Virtual permitam alterações de posições, mudanças de escala, previsões de colisões e produção de deformações na superfície.

*Modelagem Física:* Depois de criar a forma do objeto, dar a aparência e movimentos, chega o momento de fazer com que ele se comporte como se fosse real.

Os objetos sólidos não poderão passar uns pelos outros e as coisas deverão mover-se de acordo com o esperado quando puxadas, empurradas, agarradas, etc. Nesse sentido, os objetos virtuais também deverão ser modelados fisicamente pela especificação de suas massas, pesos, inércia, texturas (lisas ou ásperas), deformações (elásticas ou plásticas), etc. (WATT, A. & WATT, M. 1992).

*Segmentação e alteração de detalhes:* Cada objeto dentro de um mundo virtual pode estar em espaços diferentes, com distâncias razoáveis e diferentes velocidades. Essa questão tem sido resolvida fazendo a alteração no nível de detalhe de cada objeto ou alterando-se a resolução das imagens.

Um exemplo é a segmentação do mundo em que o objeto está inserido, ou seja, a divisão do mundo geral em mundos menores, de forma que somente os objetos do mundo menor sejam mostrados. É o caso de uma casa com diversas salas, onde cada sala é um mundo menor. Embora o mundo geral seja muito complexo, a visão do usuário sempre será mais simples, semelhante ao processo de modelagem 3D, quando suprimidas partes da modelagem que não irão aparecer.

#### **4.3.6 Sistemas Distribuídos de Realidade Virtual**

Nos últimos anos, com a aceleração das pesquisas voltada para o desenvolvimento das tecnologias de informação, o sistema de Realidade Virtual multiusuários vem crescendo e apresenta elevado potencial de aplicação. O suporte de comunicação em rede fornece os meios para que as unidades computacionais heterogêneas separadas fisicamente sejam unificadas para implementar um único ambiente virtual.

“Esse tipo de sistema permite que os usuários geograficamente dispersos atuem em mundos virtuais compartilhados, usando a rede para melhorar o desempenho coletivo, através da troca de informações”. (KIRNER, 1996).

Os ambientes virtuais distribuídos estão entre os sistemas de software mais complexos, pois precisam oferecer uma série de quesitos para que a imersão na Realidade Virtual seja satisfatória. Estes são: resposta rápida a novos requisitos do sistema, capacidade de manutenção, suportar interação em tempo real, fidelidade da inserção do usuário no mundo virtual em relação a uma referência, alta taxa de quadros por segundo, recusabilidade e portabilidade, ajustamento a novas interfaces e dispositivos de visualização e requisitos para capacidades adicionais.

Muitas vezes, os ambientes virtuais distribuídos são construídos com o objetivo de se aplicar a telepresença.

Nesses casos, ações do usuário e o comportamento de certas entidades acabam refletindo ações do mundo real. Em outros casos, há a necessidade de introduzir um grande número de indivíduos no ambiente virtual, criando uma população. Uma maneira de fazer isso é criar atores gerados por computador com comportamento humano, usando técnicas de inteligência artificial e de locomoção. Outro ponto importante para ambientes virtuais é a introdução de fenômenos físicos como chuva, neblina, nuvens, dia e noite, movimentos do sol e da lua, etc.

Além dos atores controlados por computador e dos atores controlados por usuários, é possível inserir no ambiente grupos de atores manipulados estatisticamente, controlados por simulação tradicional. (KIRNER, 1996).

Esta etapa apresentou a teoria básica sobre realidade virtual, incluindo sua conceituação, história, modelos, etc. Mostrou as questões práticas envolvidas com hardware, software, aplicações, dispositivos não convencionais de E/S, análise de algumas plataformas computacionais para realidade virtual, abordagem da realidade virtual distribuída e realidade virtual na Internet.

Sendo assim, conjugando-se conhecimentos de diversas áreas e especulando um processo futuro de concepção arquitetônica, acredita-se que se possa considerar o que será exposto em seguida como uma prática comum, tanto em ambientes corporativos simples para a concepção projetual, como em ambientes complexos de simulação, modelagem e percepção de projeto.

Acredita-se que esta possa ser uma indicação de futuro da apresentação e investigação projetual - como vêm sendo as imagens geradas em 3D atualmente - e ainda mais: como suporte à atividade de interação em grupos à distância, seja ela por meio de comunicação, modelagem em mundos virtuais ou apresentação (no caso da arquitetura e engenharia) em larga escala.

Entendida como nova possibilidade de representação e atividade projetual, a modelagem em mundos virtuais à distância será abordada a seguir de maneira a expor essa possibilidade que já vem sendo utilizada em grandes empresas e possa tomar vulto aos usuários comuns.

#### **4.3.7 VRML Virtual Reality Modeling Language**

Dentro das possibilidades de criação dos mundos virtuais existe uma linguagem muito utilizada, independente e que permite a criação de cenários 3D: a VRML. A sigla é a abreviação de *Virtual Reality Modeling Language* ou Linguagem para Modelagem em Realidade Virtual.

A VRML foi apresentada pela primeira vez em 1994, na Conferência Mundial sobre *World Wide Web (www)*, realizada em Genebra na Suíça. O principal desafio dessa linguagem era dar o suporte necessário para o desenvolvimento de mundos virtuais tridimensionais multiusuários na internet, sem precisar de redes de alta velocidade. Por essa plataforma o usuário poderia passear por ambientes virtuais, visualizar objetos por ângulos diferentes e interagir com eles.

A primeira versão 1.0 era muito limitada, trabalhava com geometria 3D e permitia a elaboração de objetos baseados em polígonos. Possuía alguns objetos pré-definidos como cubo, cone, cilindro e esfera e suportava transformações como rotação, translação e escala. A aplicação de texturas, luz, sombreamento, etc. também era possível. Entretanto, mesmo com todos esses recursos, só era possível a construção de mundos estáticos, sem interação ou animação.

Logo depois a linguagem continuou sendo aperfeiçoada e passou para a especificação de VRML 2.0. A nova versão 2.0 criou a possibilidade de adicionar áudio, objetos interativos, comportamento, *scripts*, entre outras coisas.

Outra característica importante da linguagem é o chamado o Nível de Detalhe (LOD - *Level of Detail*), que permite o ajustamento da complexidade dos objetos, dependendo da distância do observador. (KIRNER, 1996).

A base da linguagem é o sistema cartesiano 3D. A seqüência dos eixos é X, Y, Z. A unidade de medida para distâncias é metros e para ângulos é radianos. O código VRML possui características semelhantes a da linguagem HTML e permite a criação de *links* ou âncoras, ou seja, um ambiente virtual pode levar a outros. Isso significa também o intercâmbio de arquivos tridimensionais interativos.

Para escrever um código VRML não é preciso nenhuma plataforma, só um editor de textos no qual se insere um grupo de caracteres que permitem descrever um espaço tri-dimensional através dessa linguagem. A extensão em que os arquivos são salvos é a \*.wrl.

A linguagem descreve objetos tridimensionais e mundos virtuais usando conceito de *Scene Graphe*, ou seja, a auto-descrição dos objetos que compõe o mundo virtual. É possível, por exemplo, criar um cubo e gravá-lo em um arquivo chamado cubo.wrl. O código VRML para este cubo descreverá as características do ambiente, como coordenadas, luz, cores etc.

O objetivo dessa linguagem é descrever simulações interativas de vários participantes com mundos virtuais que a Internet pode disponibilizar.

A primeira versão da linguagem não possibilitou muita interação do usuário com o mundo virtual. Nas versões futuras foram acrescentadas características como animação, movimentos de corpos, som e interação entre múltiplos usuários em tempo real. (KIRNER, 1996).

Uma outra versão já se encontra em andamento é a VRML – NG (*Next Generation*). A novidade é que ela permite que vários usuários possam interagir em mundos compartilhados.

## 5 CONCLUSÕES

Um dos maiores desafios enfrentados pelo mercado e pelos profissionais que nele atuam é a dificuldade de comunicar as idéias de um projeto, o que acaba por diminuir o poder de persuasão e pode gerar muitas incertezas na execução do mesmo. Mas com as inovações recentes da tecnologia, as empresas construtoras, os escritórios de arquitetura e de engenharia precisarão mudar para conseguir sobreviver no mercado. Muitas oportunidades poderão surgir para aqueles que souberem fazer o uso das tecnologias que estão disponíveis na era do digital.

O surgimento das novas tecnologias da informação e o desenvolvimento da informática abriu uma nova janela para a Engenharia, Arquitetura e Construção (AEC) que estão sendo capazes de colocar a representação como uma ferramenta projetual e não mais como instrumento de representação de uma idéia. Além disso, o desenvolvimento desse processo permitiu o alcance de um patamar pós-fotográfico, dependente de uma performatividade técnica, que se converteu em realidade virtual. O rápido desenvolvimento do setor tecnológico indica que o surgimento de ferramentas mais eficientes está por vir na área da AEC e isso fará com que a realização de um projeto possa acontecer dentro de paradigmas renovados, quando comparada ao que é feito até o momento.

Quando Vitruvius dizia que o arquiteto deve recorrer à ciência do desenho para demonstrar a obra pretendida, ali ele já colocava em voga a importância da representação. Não tardou e Gehry mostrou que é possível conceber um projeto fora dos métodos tradicionais: o Museu *Guggenheim* de Bilbao foi realizado dentro de um caminho inverso, primeiro uma maquete física foi construída, para depois entrar as etapas tradicionais de um projeto arquitetônico.

Em pleno século XXI as possibilidades tecnológicas são muitas e valorizam cada vez mais a representação. Instrumentos 2D e 3D são capazes de oferecer mais qualidade, recursos de simulação de material, mostrar pontos de vistas do observador, permitir rápida adição de objetos, entre outros, e distanciam dos modelos incapazes de representar o espaço arquitetônico: as plantas com divisões que ressaltam paredes, fachadas sem intenção explicativa e cortes voltados a mediar alturas.

Se comparados aos métodos tradicionais, a utilização de novos recursos pode ser mais eficiente, pois permite maior rapidez na execução do desenho, precisão e uniformidade gráfica. Entretanto, isso não anula a necessidade de saber desenhar, pois as origens geométricas, gráficas e matemáticas da representação devem estar presentes dentro um projeto e continuarão a embasar o desenvolvimento tecnológico.

A adequação, a mistura e desenvolvimento das formas representativas abrem caminhos para novas formas de conceber e entender o projeto, além de permitir uma comunicação mais eficiente entre o cliente, expectador e a obra.

A representação auxiliada por computador permite um passo a frente no tempo e simula cada espaço de acordo com o interesse do projetista, formando um universo controlável, capaz de construir aquilo que só o desejo pode promover. O que torna o apelo estético ainda mais valorizado e desejado. Todos passam a basear e a desejar o real dentro do que só a perfeição pode dar.

Ao visualizar uma imagem renderizada com o *plugin V-Ray*, do *3D Max*, é possível perceber a força do apelo estético. Em cada cômodo estão os mais belos móveis, acabamento feito com materiais que repassam a impressão de qualidade, retratando um ambiente agradável e desejável pela maioria. Os efeitos dessas representações podem ser mensurados pelo uso constante que as construtoras fazem dessas imagens. A cada lançamento de um empreendimento, as representações estão sempre presentes em bastante quantidade para enfeitar o imaginário daqueles que por ele esperam.

As imagens alcançaram um patamar pós-fotográfico, pois são capazes de simular e estabelecer uma conexão física com a realidade que se pretende construir, mesmo antes do real existir. A vantagem da entrada neste paradigma está na facilidade de assimilação de um projeto e na imersão nas experiências prévias do projeto. A simulação digital oferece a possibilidade de consciência e reduz os devaneios interpretativos. Apesar de todos os apelos estéticos aos quais pode recorrer o projetista, uma representação mais fiel, que permita a vivência do projeto antes de acabado, preenche a lacuna entre arquiteto e arquitetura.

As imagens geradas são uma consequência da tecnologia e deixaram de ser uma modernidade para se tornarem uma condição de trabalho. Sendo assim, elas são capazes de alterar a percepção de mundo, que deixa de ser aquilo que está em volta de todos para se tornar aquilo que é tecnicamente realizável, convertendo-se em realidade virtual. A facilidade de acesso aos recursos tecnológicos, feitos através do computador pessoal, permite que mais pessoas possam se beneficiar da modelagem em três dimensões sem a necessidade do uso de capacetes, luvas, óculos e todo o aparato associado à Realidade Virtual Imersiva.

Na arquitetura, a Realidade Virtual é aplicada dentro dos conceitos de Realidade Virtual Sintética e Realidade Virtual Integral. As representações atuais se encaixam dentro da Sintética, pois permitem que uma pessoa possa viajar dentro de edifícios, por exemplo, antes mesmo de ele ser construído. Aceitar esse novo paradigma é condição indispensável para a continuidade de diálogo entre arquitetura e sociedade atual.

De certa maneira, as diversas representações mostram a realidade de uma forma parcial ou de acordo com as limitações que são impostas pelas ferramentas utilizadas para esse fim. Entretanto, na maioria das vezes, a melhor representação é aquela que pode mostrar os aspectos mais relevantes como: formas e dimensões do espaço e volumes; relações espaciais e volumétricas; aspectos estéticos; equilíbrio; acabamento, passando por aspectos técnico/ambientais como iluminação. A necessidade da visualização de tantos detalhes coloca a frente as representações baseadas em sistemas de Realidade Virtual, pois podem absorver a necessidade de informação necessária no processo do projeto.

Outros benefícios também podem ser listados quando se utiliza a Realidade Virtual como ferramenta projetual: possibilidade de testar idéias em tempo real em um espaço tridimensional, melhor comunicação de idéias, maior velocidade e precisão na execução do trabalho, diminuição de erros e de trabalhos incertos, maior capacidade previsão dos aspectos negativos e positivos da criação e aumento das possibilidades de acerto quando se trata de expectativas de clientes.

A utilização da representação como ferramenta projetual também agrega benefícios no que diz respeito ao gerenciamento de um empreendimento. Economia, organização, alterações que podem ser feitas de maneira rápida, visualização clara de futuros problemas são alguns fatores que podem ser sentidos. Além disso, colaboram para a qualidade do produto final e geram mais vantagens competitivas.

Dentro deste novo aporte contemporâneo e como desdobramento para estudo futuro, surge uma simulação da realidade que está mais próxima dela mesma e que não precisa necessariamente ser construída por um único projetista e sim por uma rede virtual. Podendo-se transitar entre a representação e a atividade de projeto, com a utilização da linguagem VRML, vários computadores são capazes de interagir em tempo real e compartilhar este mundo, reforçando o conceito de que para se construir uma simulação não é necessário um território ou um tempo definido, mas sim o suporte tecnológico entre usuários.

Em virtude dessa possibilidade, acredita-se em um estudo futuro que possa interligar a atividade projetual e a representação gráfica agregada a multiplicidade de modelagens em tempo real. Nesse contexto, o objeto é concebido, modelado, visualizado e avaliado ainda dentro da atividade projetual aliada a sua representação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMES, A.L. et al. **The VRML sourcebook**. [S.l.] : John Wiley & Sons, 1996.

AsBEA. **Manual de contratação dos serviços de arquitetura e urbanismo**. São Paulo: Editora Pini, 2001.

AUKSTAKALNIS,S. & BLATNER,D. **The art and science of virtual reality**. Berkeley: Silicon Mirage Peatchpit Press, 1992.

Agrasso, Manoel N. & Abreu, Aline França. **Tecnologia da informação: Manual de sobrevivência da nova empresa**. São Paulo: Arte & Ciência - Villipress, 2000.

BARR, R. E., JURICIC, D. **From drafting to modern design representation: The evolution of engineering design graphics**. Journal of Engineering Education, 1994.

BAYNES, K., PUGH, F. **The art of the engineer**. England: Lutterworth Press, 1981.

BACHELARD, Gaston. **A poética do espaço**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

BAUDRILLARD, Jean. **A sociedade de consumo**. Trad. Arthur Mourão. Lisboa: Edições 70, 1981.

BISHOP, G. et al. **Research directions in vu environments**. [S.l.] : Computer graphics - ACM, 1992.

BORGES, Marcos. **A projeção e as formas de representação do projeto**. Dissertação de Mestrado, COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

BORGES, Marcos. Formas de representação do projeto. In: NAVEIRO, Ricardo; OLIVEIRA, Vanderli (orgs). **O Projeto: de engenharia, arquitetura e desenho industrial**. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2001.

BRILL, LOUIS M. **Virtual auditoriums: sharing VR in small groups**. [S.l.] : Virtual Reality Special Report, 1995.

BURDEA,G. & COIFFET,P. **Virtual reality technology**. New York: John Wiley & Sons, 1994.

CALCIOLARI, Fábio & SILVA, João Carlos da. **3ds max 9: prático e ilustrado**. São Paulo: Ed. Érica, 2008.

CASTELLS, Manoel. **A sociedade em rede: a era da informação**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1999.

CHAPUIS, F. **A difusão de sistemas CAD em escritórios de arquitetura**. Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, 1995.

CORBUSIER, Lê. **Por uma arquitetura**. São Paulo: Perspectiva, 1958.

CORDEIRO, A. L. M. **O uso de sistemas CAD como instrumento de integração na produção de edifícios**. Dissertação de Mestrado, UFPB, João Pessoa, 1996.

DUARTE, Fábio. **Arquitetura e tecnologias de informação: da revolução industrial à revolução digital**. São Paulo: Editora da Unicamp, 1999.

DURLACH, N.I. & MAVOR, A.S. **Virtual reality: Cientific and technological challenges**. Washington, DC: National Academy Press, 1995.

EXUPÉRY, Antoine de Saint. **O pequeno príncipe**. Rio de Janeiro: Agir, 1964.

FERGUSON, E. S. **Engineering and the mind's eye**. Massachusetts: The MIT Press, 1993.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1986.

FIGLIARELLI, Fernando. **Crítica da Mídia**. Curso de Pós Graduação Lato Sensu. Especialização em Globalização, Mídia e Cidadania. Anotações de aula, 2003.

GÖSSEL, Peter. **Arquitetura no século XX**. Slovenia: Taschen, 2001.

GOSSWEILER, R. et al. **An introductory tutorial for developing multiuser virtual environments**. [S.l.]: [S.n.], 1994.

GROPIUS, Walter. **Bauhaus: nova arquitetura**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1997.

HERTZBERGER, Herman. **Lições de arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

JACOBSON, L. **Garage virtual reality**. Indianápolis: SAMS Pub, 1994.

JANSON, H. W. **Iniciação à história da arte**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

BAUDRILLARD, Jean. **A troca simbólica e a morte**. Trad. Artur Morão. Lisboa: Edições 70, 1981.

JACOBSON, L. **Realidade virtual em casa**. Rio de Janeiro: Berkeley, 1994.

JODIDIO, Philip. **Richard méier**. Germany: Taschen, 1995.

KALAWSKY, R.S. **The science of virtual reality and virtual environments**. [S.l.]: [S.n.], 1993.

KIRNER, C. **Apostila do ciclo de palestras de realidade virtual, Atividade do Projeto AVVIC- CNPq** (Protem - CC - fase III) - DC/UFSCar, São Carlos, pp. 1-10, Out., 1996.

KIRNER, C. (Org.) ; TORI, Romero (Org.) . **Realidade Virtual: Conceitos e Tendências**. São Paulo: Editora SENAC, 2004.

KRUEGER, M.W. **Artificial reality II**. [S.l.]: [S.n.], 1991.

LAZZARATO, Maurizio e NEGRI, Antônio. **Trabalho imaterial: formas de vida e produção de subjetividade**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

LASEAU, P. **Graphic thinking for architects and designers**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.

LEMAY, L. et al. **3D graphics and VRML 2**. [S.n.] : [S.n.], 1996.

Lévy. Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informação**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994.

LEVY, Pierre. **O que é virtual?** São Paulo: Ed. 34, 1996.

MARTINEZ, Alfonso Corona. **Ensaio sobre o projeto**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000.

MARX, Karl. **O Capital**. Vol. I, tomo1. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

MARX, apud DE MASI, Domenico. **O ócio criativo**. Rio de Janeiro: Lis Gráfica Editora, 2000.

MASI, Domenico de. **O ócio criativo**. Rio de Janeiro: Lis Gráfica e Editora, 2000.

MASSIRONI, M. **Ver pelo desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 1982.

MEDEIROS, Evandro. **O delírio de Apolo**. Juiz de Fora: Funalfa, 2008.

MITCHELL, William J. **Computer-Aided Architectural Design**. [S.n.]: [S.n.], 1977.

MONTENEGRO, Gildo A. **A perspectiva dos profissionais**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1984.

MORIE, J.F. **Inspiring the future: merging mass communication, art, entertainment and virtual environments**. [S.n.]: Computer Graphics, 1994.

MUSMECI, Sérgio apud ZEVI, B. **A linguagem moderna da arquitetura**. Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1984.

NAVEIRO, Ricardo. Conceitos e metodologias de projeto. In: NAVEIRO, Ricardo; OLIVEIRA, Vanderli (orgs). **O Projeto: de engenharia, arquitetura e desenho industrial**. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2001.

NAVEIRO, R. & OLIVEIRA, Vanderli (org). **O Projeto**: de engenharia, arquitetura e desenho industrial. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2001.

NAVEIRO, R. & BORGES, M. **Projeção e as formas de representação do projeto**. Florianópolis: In Graf&Tec, v.2 nº 1: Editora da UFSC, 1997.

OLIVEIRA, Adriano. **Um novo conceito de modelagem 3D e renderização**. São Paulo: Editora Érica, 2008.

OLIVEIRA, V. F., MARES-GUIA, E., et. al. **Comparações entre sistemas informatizados e sistemas tradicionais de projetos de engenharia**. Florianópolis: In *Anais do I Congresso de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho*, 1996.

OLIVEIRA, V. F. **Projeção**: ensino e aprendizagem, memorial de qualificação ao doutorado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1998.

PARENTE, André (org). **Imagem-máquina**: a era das tecnologias do virtual. Trad. Rogério Luz et al. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

PEIRCE, Charles Sanders. **Semiótica**. Trad. de Teixeira Coelho. São Paulo: Perspectiva, 1987.

PIMENTA, Emanuel. **Arquitetura e realidade virtual**, 1996. Disponível em <<http://www.rizoma.net/interna.php?id=179&secao=anarquitectura>> Acesso em: 03/05/2008.

PIMENTA, Emanuel. **Arquitetura virtual**, 2001. Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arg000/esp057.asp>> Acesso em: 23.05.2008.

PRATINI, E. **A realidade virtual como ambiente para o projeto arquitetônico**. In: Anais do Seminário NUTAU'96. São Paulo, 1996.

PORTER, T. **The architects eye**: visualization and depiction of space in architecture. London: Chapman & Hall, 1997.

ROBERTSON, G.G. et al. **Nonimmersive virtual reality**. [S.l.] : IEEE Computer, 1993.

Rodrigues, Adriano D. **As novas tecnologias da informação e a experiência**. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 1998.

ROWE, P. G. **Design thinking**. Massachusetts: The Mit Press, 1969.

SANTAELLA, Lúcia. **Imagem** : cognição, semiótica, mídia. São Paulo: Iluminuras, 1998.

SORJ, Bernardo. [brasil@povo.com](http://brasil@povo.com). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

Stungo, Naomi. **Frank Gehry**. São Paulo: Editora [Cosac Naify](http://CosacNaify.com), 2000.

SUSAN Sackett, **The Hollywood reporter book of box office hits**. New York: Billboard Publications, 1990.

VALERIANO, Dalton L. **Gerência em projetos**: pesquisa, desenvolvimento e engenharia. São Paulo: Makrin Books do Brasil Ltda, 1998.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de projetos**: estabelecendo diferenciais competitivos. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

WATT, A. & WATT, M. **Advanced animation and rendering techniques**: theory and Practice. New York: Addison-Wesley/ACM Press, 1992.

WEISSBERG, Jean-Louis. Real e Virtual. In: PARENTE, André (org). **Imagem-Máquina**: a era das tecnologias do virtual. São Paulo: Ed. 34, 1996.

ZEVI, Bruno. **Saber ver a arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1978.

\_\_\_\_\_. **A linguagem moderna da arquitetura**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1984.