Campus de São Carlos

**AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS
CADD NO SETOR DE PROJETO
ARQUITETÔNICO: ETAPAS LEGAIS
DE PROJETO**

Autor:

RINALDO TESSUTI DE LUCCA

Orientador:

Prof. Dr. EDUVALDO PAULO SICHIERI

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS**

AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS CADD NO SETOR DE PROJETO ARQUITETÔNICO: ETAPAS LEGAIS DE PROJETO

Rinaldo Tessuti De Lucca

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo

ORIENTADOR: Prof. Dr. Eduvaldo Paulo Sichieri

São Carlos
1999

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da
Informação do Serviço de Biblioteca - EESC/USP

D366a De Lucca, Rinaldo Tessuti
Avaliação de programas CADD no setor de projeto
arquitetônico : etapas legais de projeto / Rinaldo
Tessuti De Lucca. -- São Carlos, 1999.
Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
São Carlos-Universidade de São Paulo, 1999.
Área: Tecnologia do Ambiente Construído.
Orientador: Prof. Dr. Eduvaldo Paulo Sichieri.
1. Arquitetura. 2. CADD. 3. Projeto. 4. CAD.
5. Avaliação. 6. Informática. I. Título.

Dedico à minha família, e
especialmente à minha esposa,
Marina Strachman De Lucca,
que pacientemente incentivou
a produção desta Dissertação

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Eduvaldo Sichieri, pelo apoio, orientação, e profissionalismo que tornaram possível a conclusão desta Dissertação.

À todos os Arquitetos e Escritórios de Arquitetura que colaboraram enviando informações e fazendo sugestões e críticas, que de alguma forma enriqueceram este trabalho.

À UNIARA, Centro Universitário de Araraquara, e aos funcionários do seu CPD, pelo auxílio técnico e pelo uso dos equipamentos utilizados na composição desta Dissertação.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

Aos funcionários do Departamento de Arquitetura da EESC-USP, em especial ao funcionário Paulo Ceneviva, pela colaboração.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	iv
RESUMO	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
CAPÍTULO 1 - CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA	
1.1 Introdução	1
1.2 Problemática	5
1.3 Objetivos da Dissertação	8
1.3.1 Objetivos Gerais	8
1.3.2 Objetivos Específicos	8
CAPÍTULO 2 - QUADRO DE REFERÊNCIA TEÓRICO	
2.1 Introdução ao Projeto Arquitetônico	9
2.2 Etapas de Projeto Arquitetônico e suas Necessidades	17
2.3 Etapas de Projeto Arquitetônico: Definições e Produtos Legais	18
2.3.1 Levantamento de Dados para Arquitetura	18
2.3.1.1 Definições preliminares	19
2.3.1.2 Programa de necessidades/dimensionamento da obra	19
2.3.1.3 Informações sobre o terreno	19
2.3.1.4 Informações sobre o entorno	20
2.3.1.5 Levantamento da legislação arquitetônica e urbanística	21
2.3.1.6 Recursos técnicos disponíveis e/ou desejáveis	21
2.3.2 Programa de Necessidades de Arquitetura	22
2.3.3 Estudo de Viabilidade de Arquitetura	22
2.3.4 Anteprojeto de Arquitetura	23
2.3.4.1 Produtos Finais	23

2.3.5 Projeto Legal de Arquitetura	25
2.3.6 Projeto de Pré-Execução de Arquitetura	25
2.3.7 Projeto Básico de Arquitetura	27
2.3.8 Projeto para Execução de Arquitetura	27
2.3.8.1 Produtos Finais	28
2.4 O CAAD em Escritórios de Arquitetura no Brasil	34
2.4.1 O Hardware e o softwares dos anos 80	34
2.4.2 Anos 80 e 90: O CAD/CAAD e os Arquitetos brasileiros	52
2.4.3 Programas CAD encontrados no mercado	78
2.4.4 Renderizações de programas CADD	80
2.5 Sistemas Informatizados de Interesse para os Arquitetos	87
2.5.1 Workflows	87
2.5.2 Sistemas Simuladores de Processos	87
2.5.2.1 Vantagens da utilização de sistemas de simulação	89
2.5.2.2 Softwares de Simulação de Processos de Produção/Operação	90
2.5.3 Sistemas de Informações geográficos - SIG	91
CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS CAAD	
3.1 Avaliações realizadas anteriormente no Brasil	93
3.2 Avaliações realizadas no exterior: 4th Designers 3D CAD Shootout for Architectural CADD Systems	96
3.2.1 Planta baixa	98
3.2.2 Elevações e cortes	99
3.2.3 Perspectivas coloridas	100
3.2.4 Renderizações	100
3.2.5 Animações	101
3.2.6 Modelagem 3D	101
3.2.7 Detalhes 2D	101
3.2.8 Projeto Geral	102

3.2.9 Colaboração pela rede	103
3.2.10 Utilidade (Value)	103
3.2.11 Facilidade de uso	104
3.2.12 Funções paramétricas para Arquitetos	104
3.2.13 Modelagem Inteligente	105
3.2.14 Intervenção A – Projetos amplamente colaborativos	106
3.2.15 Intervenção B – Características especiais	107
3.2.16 Intervenção C – Paramétricas	108
3.2.17 Intervenção D – Bibliotecas	110
3.2.18 Intervenção E – Escadas, Rampas e Elevadores	112
3.2.19 Intervenção F – Projeto de Telhados	116
3.3 Critérios de avaliação: Etapas legais de projeto	119
3.3.1 Etapas e seus possíveis critérios: Anteprojeto de Arquitetura	119
3.3.2 Recursos necessários para a produção dos documentos técnicos do item 2.2.5.1	120
3.3.3 Etapas e seus possíveis critérios: Projeto para Execução de Arquitetura	121
3.3.4 Recursos necessários e disponíveis em outros sistemas	122
3.3.5 Considerações sobre os critérios	124
3.4 Planilha de avaliação	131
3.5 Avaliação do Autor	135
CAPÍTULO 4 – DISCUSSÕES	137
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES	144
BIBLIOGRAFIA	148
INTERNET	151

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Bank of Hong Kong - Norman Foster	11
Figura 2	Corte do Bank of Hong Kong	12
Figura 3	Planta do pavimento térreo do Bank of Hong Kong	13
Figura 4	Foto do poço central do Bank of Hong Kong	13
Figura 5	TK 85	36
Figura 6	TK 2000	36
Figura 7	IBM PC-XT	37
Figura 8	Estudos Ergonômicos – 1985	38
Figura 9	Estudos Ergonômicos – 1995	38
Figura 10	Desktop e Hardware para Slide Master	38
Figura 11	Projetos produzidos com o programa Slide Master	39
Figura 12	Operador de plotter beltbed	39
Figura 13	Detalhe da impressão	39
Figura 14	Suprimentos para plotters de caneta	40
Figura 15	Painel de controle e hardware para gerenciamento de impressão	40
Figura 16	Hardware de uma plotter flatbed	41
Figura 17	Plotter atual à jato de tinta	41
Figura 18	Estação de trabalho para digitalização de imagens	42
Figura 19	Caneta de digitalização com botões para tarefas programáveis	43
Figura 20	Modelos de Modems disponíveis nos anos 80	43
Figura 21	Driver para disquete de 5 ^{1/4} "	44
Figura 22	Apple Macintosh e periféricos	45

Figura 23	Componentes do Commodore	46
Figura 24	Gravador próprio da Commodore, e periféricos	46
Figura 25	Modelo de Notebook IBM-PC compatível com kit DVD	50
Figura 26	Monitor e CPU/G4 da Apple Macintosh	52
Figura 27	Estação para CAD Turn Key – 1985	54
Figura 28	Redução de um croqui em nanquim produzido pelo Autor em 1987	55
Figura 29	Projeto do Autor produzido com aerógrafo-1994	56
Figura 30	Plotagens realizadas em plotters de caneta-1985	60
Figura 31	Plotagens realizadas em plotters de caneta-1985	60
Figura 32	Plotters tamanho A4	61
Figura 33	Credicard Hall – São Paulo	69
Figura 34	Projeto de Roberto Candusso Arq. Assoc.	73
Figura 35	Museu Guggenheim de Bilbao	77
Figura 36	Museu Guggenheim de Bilbao	77
Figura 37	ARRIS	81
Figura 38	ARRIS	81
Figura 39	ArchiCAD	82
Figura 40	ArchiCAD	82
Figura 41	ARRIS	83
Figura 42	ARRIS	84
Figura 43	EDMax 2.5	84
Figura 44	3D VIZ	85
Figura 45	MicroStation Triforma	85
Figura 46	MicroStation Triforma	86
Figura 47	MicroStation Triforma	86

Figura 48	Imagens geradas no Factory 5.0	89
Figura 49	Classificação no item planta baixa	99
Figura 50	Classificação no item elevações e cortes	99
Figura 51	Classificação no item perspectivas coloridas	100
Figura 52	Classificação no item renderizações	100
Figura 53	Classificação no item animações	101
Figura 54	Classificação no item modelagem 3D	101
Figura 55	Classificação no item detalhes 2D	102
Figura 56	Classificação no item projeto geral	103
Figura 57	Classificação no item colaboração pela rede	103
Figura 58	Classificação no item utilidade	104
Figura 59	Classificação no item facilidade de uso	104
Figura 60	Classificação no item funções paramétricas para Arquitetos	105
Figura 61	Classificação no item modelagem inteligente	105
Figura 62	Classificação no item Intervenção A – Projetos amplamente colaborativos	107
Figura 63	Classificação no item Intervenção B – Características especiais	108
Figura 64	Classificação no item Intervenção C – Paramétricas – Paredes/Janelas/Portas	110
Figura 65	Classificação no item Intervenção D – Bibliotecas de símbolos e símbolos inteligentes	112
Figura 66	Classificação no item Intervenção E – Escadas, Rampas e Elevadores	116
Figura 67	Classificação no item Intervenção F – Projetos de Telhados	119
Figura 68	MAC Niterói – Oscar Niemeyer	130
Figura 69	Corte do MAC Niterói	130

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AsBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
Bauds	Bits por segundo
BIT	Binary Digit (dígito binário). A menor unidade de informação que pode ser tratada pelo computador
BYTE	Binary Term (termo binário). Um byte contém oito bits e pode representar 256 valores diferentes.
CAAD	Computer Aided Architectural Design
CAD	- Computer Aided Design
CADD	- Computer Aided Draft and Design
CONFEA	Confederação dos Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CPU	Central Processing Unit, Unidade central de processamento
CREA	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CSI	Formato de arquivo para bibliotecas inteligentes
DPI	Pontos por polegada
DWG	Formato padrão de arquivo de desenho do programa AutoCAD
DXF	Formato de arquivo gráfico
EUA	Estados Unidos da América
HTML	Hypertext Markup Language
Inpe	Instituto de pesquisas espaciais
Kb	Kilobytes
Kbps	Kilobytes por segundo
Mbps	Megabytes por segundo
Mb	Megabytes

Mhz	Megahertz
PC	Personal Computer – Computador pessoal
RAM	Random Acces Memory, Memória volátil do computador
ROM	Read only memory – Memória apenas para leitura
SEI	Secretaria Especial de Informática
SIG	Sistema de informação geográfica
SVGA	Super video graphics array
UCP	Unidade central de processamento
URSS	União das Repúblicas Socialista Soviéticas
VGA	Video graphics array
VRML	Virtual Reality Modeling Language
WWW	World wide web

RESUMO

LUCCA, R. T. De (1999). *Avaliação de Programas CADD no Setor de Projeto Arquitetônico: Etapas Legais de Projeto*. São Carlos, 1999. 151p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A utilização dos programas CAD/CADD por parte dos Arquitetos brasileiros não é uma novidade. Estes programas são utilizados no Brasil desde o fim dos anos 80, e entretanto os Arquitetos ainda encontram dificuldades na hora de optar por um programa, ou por uma plataforma ou outra de hardware. O projeto arquitetônico, definido pelas suas etapas legais e produzido até fins dos anos 80 de forma artesanal, foi aos poucos tendo a sua produção otimizada por ferramentas informatizadas. O uso de tais ferramentas raramente foi o ideal, por falta de opções no mercado direcionadas para o trabalho específico do Arquiteto. Se hoje encontramos diversas opções de programas CADD arquitetônico, nos deparamos com a difícil tarefa de optar por adotar esta ou aquela plataforma. Este processo de escolha ainda é pouco objetivo e sistemático por parte da maioria dos Arquitetos. Esta Dissertação aborda o processo de implantação destas tecnologias no país, e analisando avaliações já realizadas sobre programas CADD arquitetônicos, e também identificando as necessidades da produção do projeto arquitetônico, estabelece critérios mínimos que sirvam para o Arquiteto escolher seu próprio programa.

Palavras-chave: Arquitetura, CAD, CADD, Projeto, Avaliação, Informática.

ABSTRACT

LUCCA, R. T. De. *The Evaluation of CADD Softwares in Architectural Design: Legal Stages*. São Carlos, 1999. 151p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

The evaluation of CAD/CADD software by Brazil architects isn't new. This software has used in Brazil since the late 80's, when it started to gradually replace and made drawings. However architects still find to choose a CAD/CADD software and hardware.

Deciding for software is a real problem that architects have to face, which one to use, how and why. This process is long, hard, and sometimes expensive.

This Master's Science dissertation relates the introduction of this technology in the country, and by analyzing the evaluation that has already been done about the architecture software of CADD and also by identifying the needs of the design process, establishes minimum criteria that allows the architect to choose his own software.

Keywords: Architecture, CAD, CADD, Design, Evaluation.

CAPÍTULO 1 - CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

1.1 Introdução

O projeto arquitetônico, longe de ter um fim em si mesmo, objetiva antecipar o edifício que será produzido.

Ao longo da história da Arquitetura, os procedimentos de projeto bem como os profissionais envolvidos com a sua produção, apresentaram diversos perfis, mas o processo de representação do projeto permaneceu essencialmente artesanal até a década de 80.

Elaborado dentro de rígidas normas de representação, particulares para cada país, o conjunto de desenhos que compõem os documentos técnicos arquitetônicos conhecidos como projeto arquitetônico, começaram em meados dos anos 80 a serem produzidos também através de recursos digitais.

A produção destes desenhos/documentos técnicos fio em muito, e pode ser ainda mais, auxiliada pelas ferramentas de auxílio ao projeto arquitetônico: os programas CADD¹.

Os programas de CAD² no projeto e desenho auxiliados por computador, com base em TRAINA (1994)³, são sistemas gráficos⁴

¹ CADD: Computer Aided Draft and Design, ou Projeto e Desenho Auxiliado por Computador

² CAD: Computer Aided Draft, ou Desenho Auxiliado por Computador.

³ TRAINA, Agma J. M.; OLIVEIRA, Maria C. F. Introdução à Computação Gráfica. Apostila N.º 1. ICMSC/USP, São Carlos, 1994.

interativos utilizados para projetar componentes, peças e sistemas de dispositivos mecânicos, elétricos, eletromecânicos e eletrônicos. Isto inclui edifícios, carcaças de automóveis, aviões e navios, “chips”⁵, sistemas ópticos, redes telefônicas e de computador. Mais freqüentemente, o objetivo é interagir com um modelo computacional do componente ou sistema projetado, a ser testando propriedades estruturais, elétricas ou térmicas, até atingir um projeto satisfatório.

A aplicação da Computação Gráfica nas mais diversas áreas do conhecimento humano tem crescido assustadoramente a cada ano, tanto utilizando plataforma IBM-PC⁶, como utilizando “workstations”⁷. Entretanto, observamos que as suas aplicações no setor de edificações (escritórios de projeto, construtoras, incorporadoras, etc.), tem-se mostrado bastante limitadas, principalmente quando constatamos a falta de integração entre os diversos profissionais e etapas de projeto/produção da construção.

Entre os diversos problemas de ordem econômica, organizacional e tecnológica, encontramos na falta de integração entre os vários profissionais e etapas de projeto do edifício, um dos principais problemas que contribuem para a ocorrência de erros de projeto e de lentidão na produção dos desenhos técnicos.

Ao contrário do trabalho colaborativo encontrado entre as diversas etapas de processo e controle da produção industrial, na construção civil encontramos profissionais trabalhando e concebendo isoladamente, em etapas que resultam em um período demasiadamente longo de projeto e em perda de qualidade do

⁴ O sistema onde se processam as aplicações em Computação Gráfica é, como em todo sistema computacional, um conjunto adequado de dispositivos físicos. (hardware) e programas (software).

⁵ Chip: Pastilha de silício que substitui centenas ou milhares de circuitos.

⁶ Sigla de Personal Computer, ou computador de uso pessoal. Nome adotado pela IBM quando introduziu no mercado o seu primeiro microcomputador em 1980.

⁷ Workstations, ou estações de trabalho, são computadores de alta performance dedicados

produto final.

De acordo com (CHAPUIS,1995):

"A competitividade de uma empresa está nitidamente relacionada com a compatibilidade existente entre a sua estratégia de negócio e a sua estratégia de produção."

(CHAPUIS, 1995) ⁸

Observa-se atualmente uma nítida defasagem na qualidade e nos recursos tecnológicos em geral utilizados em alguns setores de projeto para a construção civil, quando comparados com diversos segmentos industriais. Ao nos balizarmos por um dos principais ferramentais tecnológicos - os recursos de informática - utilizados atualmente pela indústria, esta defasagem torna-se evidente.

Analizando os recursos de informática de que dispõe, por exemplo, a indústria de autopeças, constatamos a eficiência e rapidez com que os diversos profissionais envolvidos com a produção trocam informações que lhes permitem tomar suas decisões. Tais decisões, embasadas em dados precisos e constantemente atualizados, acabam reduzindo o tempo de produção, o desperdício de matéria-prima, os gastos com inventário, e acarretando um aumento da qualidade dos seus produtos, da produtividade e, conseqüentemente, da competitividade da empresa.

A disparidade verificada entre as facilidades e a qualidade oferecida pelos bens de consumo domésticos em comparação ao que nos oferece hoje, na maioria dos casos, a edificação

à aplicações gráficas como CAD/CADD/CAE, visualização e animação.

⁸ CHAPUIS, Florência. *A Difusão de Sistemas CAD em escritórios de Arquitetura*.

Dissertação de Mestrado, Faculdade da Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

residencial, é em parte consequência de uma visão limitada das necessidades e exigências dos atuais usuários destas edificações.

A quase inexistência de controle do processo de projeto da construção, em moldes que se aproximem em eficiência da produção industrial contemporânea, resulta entre outros problemas no desperdício de recursos financeiros e na inadequação dos espaços arquitetônicos às novas metas de conforto e desempenho desejadas e exigidas pelos usuários e proprietários das construções.

Entre os diversos programas disponíveis que se propõem a auxiliar a produção do projeto arquitetônico, encontramos uma grande diversidade de programas e de “hardware”⁹.

Dentro destas possibilidades os Arquitetos encontram programas que oferecem recursos diversos, que podem ser mais ou menos adaptados ao seu trabalho. Muitos ainda utilizam programas para CAD genérico¹⁰, devido a circunstâncias históricas, econômicas e técnicas próprias da realidade Brasileira.

A escolha pelo hardware e pelo “software”¹¹ mais adaptados à realidade específica de trabalho de cada Arquiteto não é uma tarefa simples, pois um determinado programa pode ser ideal para a estrutura de um grande escritório, mas inadequada para um Arquiteto autônomo e vice-versa. O Arquiteto, ao contrário do tempo em que selecionava sozinho suas ferramentas de trabalho, passou a necessitar do auxílio de consultores especializados.

Entre a propaganda divulgada pelos fabricantes de programas encontramos diversos recursos fantásticos que se dispõem a solucionar todos os problemas relacionados à produção do projeto

⁹ Hardware: é a parte física do computador, não incluindo os programas.

¹⁰ CAD genérico é um programa CAD que não possui ferramentas específicas para a criação de projetos arquitetônicos, sendo originariamente criados para auxiliar o desenho técnico mecânico.

¹¹ Software: programas instalados no computador.

arquitetônico.

Entretanto, as inúmeras particularidades possíveis de um projeto podem ser um desafio insuperável para alguns programas CADD.

Uma avaliação de programas de CADD arquitetônico, sem pretender determinar qual o melhor programa, pois os recursos disponíveis mudam muito rapidamente com o lançamento sucessivo e cada vez mais próximo de novas versões, **objetiva despertar os Arquitetos para as necessidades óbvias**, e outras nem tanto, mais particulares de um projeto arquitetônico.

Com tal investigação, o Arquiteto pode começar a questionar os recursos realmente importantes para o seu perfil de projeto e optar conscientemente sobre qual plataforma adquirir ou utilizar.

1.2 PROBLEMÁTICA

Entre os diversos benefícios dos sistemas CADD no gerenciamento e projeto, segundo OLIVEIRA (1993)¹², podemos citar:

- qualidade dos serviços, credibilidade dos resultados e efeitos de marketing;
- sincronia entre as diversas atividades;
- rapidez no acesso a informações sobre o desenvolvimento das atividades dos projetos;
- otimização e menor volume de produção de documentos;
- facilidade de montagem de várias soluções alternativas;
- diminuição de tempo de diversas tarefas projetuais;

12 OLIVEIRA, V. F. A Implantação de Sistemas CAD em Empresas de Engenharia. Dissertação de Mestrado, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1993.

- rapidez e facilidade de revisões e correções com atualização e visualização instantâneas;
- uniformidade de traçados, precisão de informações e medidas e alteração de escalas;
- normatização e padronização dos desenhos;
- quantificação e emissão de listas de materiais;
- sistema de arquivamento, multiplicação de impressões originais,
- modelamento geométrico, simulações realísticas;
- proposição de novas idéias em três dimensões.

Ao enumerar os benefícios citados acima em 1983, OLIVEIRA (1993) não acrescentou os benefícios trazidos pela “Internet”¹³, e entre eles a possibilidade de exibir os projetos e suas respectivas animações em sites acessíveis a qualquer um que tenha acesso à rede. Também não considerou as vantagens da utilização de sistemas simuladores de processos e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Tais sistemas serão detalhados no item **2.5, Sistemas Informatizados de Interesse para os Arquitetos.**

O questionamento dos critérios e dos resultados de uma avaliação de programas de apoio a projetos arquitetônicos poderão servir de parâmetro para a elaboração de diretrizes para que o seu desenvolvimento auxilie, com maior eficiência, na necessária integração entre os Arquitetos participantes da elaboração de um projeto.

A avaliação criteriosa e direcionada dos recursos destes programas podem contribuir para identificarmos as limitações de desempenho existentes na tarefa de auxiliar no compartilhamento de informações entre os diversos profissionais de projeto,

¹³ Internet: rede mundial de computadores e de microcomputadores que permite o tráfego de diversos tipos de dados, permitindo a conexão através de qualquer linha telefônica.

resultando em um maior controle e na conseqüente redução do tempo de todas as etapas de projeto, bem como no aumento da qualidade e redução do desperdício.

Podemos observar nos procedimentos da Takenaka Corporation (uma das maiores construtoras japonesas) a Arquitetura instigando a engenharia, a tecnologia informando a Arquitetura, a qual é refinada pela engenharia. Segundo seus técnicos:

"Acompanhar a arquitetura da concepção ao produto final estabelece um intenso processo de "feedforward" e "feedback" que enriquece as técnicas de projeto e construção. Essa experiência permite projetar de forma consciente
(ZEIN, 1995).¹⁴"

A identificação dos programas que podem ser aplicados e aprimorados para simularmos construções, e não somente para produzirmos desenhos técnicos, nos permitirá localizar, com maior eficiência, erros durante o processo de projeto que seriam detectados somente no canteiro de obras, gerando desperdício, prejuízos e atrasos na conclusão da edificação.

1.3 OBJETIVOS

Afim de tornarmos os objetivos da dissertação mais claros e detalhados, os mesmos dividem-se em objetivos gerais e

14 ZEIN, Ruth V. Abrindo espaço para o século 21. In: Revista Projeto, p.41. ARCO editorial Ltda. São Paulo, Abril de 1995.

específicos.

1.3.1 Objetivos Gerais

A presente pesquisa tem como objetivo avaliar as contribuições e limitações dos recursos existentes nos principais programas de apoio a projetos arquitetônicos, para o aumento da qualidade do projeto, bem como identificar as principais necessidades ainda não satisfeitas pelos programas avaliados. Detectar as principais contribuições e limitações destes recursos como ferramental essencial para o aumento da integração entre os diversos participantes de uma equipe de projeto

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1.3.2.1 Identificar os principais programas de apoio a projetos arquitetônicos utilizados no Brasil;
- 1.3.2.2 Identificar quais as plataformas de hardware mínimas necessárias;
- 1.3.2.3 Identificar quais os periféricos adequados e necessários;
- 1.3.2.4 Identificar as possíveis limitações que estes programas apresentam no compartilhamento de informações;
- 1.3.2.5 Caracterizar suas possibilidades de realizar trabalhos simultâneos - projeto arquitetônico, projetos estruturais, projetos de ambiência, planilhas, cálculos, viabilidade técnica e econômica, orçamentos, etc.;
- 1.3.2.6 Caracterizar sua capacidade de simulação das construções.

CAPÍTULO 2 - QUADRO DE REFERÊNCIA TEÓRICO

2.1 INTRODUÇÃO AO PROJETO ARQUITETÔNICO

Em momentos diferentes da história, do Egito Antigo até os dias de hoje, a tarefa de concepção e/ou de construção era realizada individualmente ou em grupos de Arquitetos/artesãos.

Os resultados da produção do Arquiteto/artesão dependiam não só dos dados do problema, mas também da informação adquirida em projetos, construções, experiências e problemas anteriormente transmitidos por via oral, escrita ou por desenhos que não estavam subordinados a um código universal, tal qual utilizamos hoje. A absorção de novos conhecimentos dava-se lentamente, bem como a introdução de aperfeiçoamentos.

Em um estágio de produção artesanal, o Arquiteto não podia contar com dados precisos registrados através de um código comum. Através de um longo processo de tentativa e erro, no canteiro, o Arquiteto encontrava uma solução para a necessidade específica do usuário e/ou proprietário.

Mesmo quando o Arquiteto não produzia o bem (o edifício) e/ou serviços finais, produzia o projeto, ou o modelo utilizado, como referência para a produção de um determinado edifício, que era utilizado por outros Arquitetos ou ajudantes que haviam participado do processo de concepção e que eram capazes de

interpretar as informações existentes.

O projeto evoluía em conjunto com a obra, a partir de dados novos e desconhecidos, além de fatores inesperados, que apresentavam-se ao longo da construção.

Este processo de tentativa e erro, segundo JONES apud ANDREOLI (1990)¹⁵, poderia implicar no desperdício de materiais, de recursos gerais e na manutenção de características desnecessárias ao edifício, devido também à idéia de tradição.

Entre as diversas definições possíveis para o projeto, podemos citar ASIMOV (1962)¹⁶, para o qual o projeto poderia ser:

"...uma atividade voltada para o atendimento das necessidades humanas, principalmente daquelas que podem ser satisfeitas por fatores tecnológicos de nossa cultura."

(ASIMOV, 1962)

ASIMOV (1962) distingue a evolução do projeto em duas fases: o "Projeto por Evolução" e o "Projeto por Inovação".

Dentro da fase do projeto por evolução, os projetos tendiam a evoluir em maiores períodos de tempo. Os sistemas técnicos evoluíam gradativamente, sendo que cada modificação provocava uma pequena melhoria em relação ao modelo precedente. O conhecimento e a memória técnica da construção do edifício estavam restritos, praticamente, aos envolvidos diretamente na construção e aos poucos aprendizes que o Arquiteto acolhesse ao longo da sua vida. Assim era o projeto sem a utilização de um código que definisse, e padronizasse, a transmissão do

¹⁵ JONES, Cristopher apud ANDREOLI, Mario Masagão. *Aplicação de projeto assistido por computador ao projeto de Arquitetura: um sistema de apoio à alocação de espaço*. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da USP, SP, 1990. 270p

¹⁶ ASIMOV, Morris. *Introdução ao Projeto*. 1a. edição. São Paulo. MESTRE JOURNAL, 1962.

conhecimento técnico via desenho. O processo de tentativa e erro dissocia-se do edifício, ao sair do estágio da evolução para um estágio de projeto mediante desenhos em escala.

Assim, a existência do projeto do edifício antes da produção torna possível a divisão do trabalho de produção em diferentes partes, podendo-se atribuir cada uma das partes a uma pessoa ou empresa diferente. O código comum, ou seja, os desenhos ou documentos técnicos, permitem ao diversos participantes da produção do edifício trabalharem em diferentes equipes, momentos e até em países diferentes.

Como exemplo, podemos utilizar o Banco de Hong Kong, um edifício “hightech” projetado pelo Arquiteto Norman Foster, cujos componentes foram produzidos em mais de 90 países, a um custo aproximado de US\$ 1.000.000.000,00 – um bilhão de dólares.

Figura 1: Bank of Hong Kong - Norman Foster

Figura 2: Corte do Bank of Hong Kong

Figura 3: Planta do pavimento térreo do Bank of Hong Kong

Figura 4: Foto do poço central do Bank of Hong Kong

Na fase de projeto por inovação, a fase atual de projeto segundo ASIMOV (1962), as características básicas são:

- I. Aperfeiçoamentos mais audaciosos;
- II. Rápida absorção de novos conhecimentos técnicos;
- III. Projetos novos com base em idéias ainda não experimentadas;
- IV. Utilização de inúmeros instrumentos analíticos;
- V. Maiores riscos técnicos.

Ao enfrentar o desafio de projetar um edifício, o Arquiteto utiliza uma metodologia de projeto. Consciente ou não da utilização desta metodologia, esta pode variar de profissional para profissional.

Dentro de um processo de concepção particular para cada Arquiteto, que antecede e que também pode evoluir em paralelo às etapas legais de projeto, diversas ferramentas de representação como o desenho artístico, maquetes e escultura são utilizadas. É reconhecida a improbabilidade, dado o volume e a configuração dos dados, da concepção total do edifício acontecer somente dentro da mente.

Este processo de criação e de representação envolve associações analógicas e digitais realizadas dentro da mente, em análises, resultados e signos – segundo a visão dos signos de PEIRCE apud PIGNATARI¹⁷ – compreensíveis geralmente somente pelo projetista.

O uso particular das ferramentas de desenho para a representação arquitetônica tem usos praticamente ilimitados e tais aplicações para a criação ainda não encontram o apoio esperado nas ferramentas informatizadas.

¹⁷ PEIRCE, Charles Sanders apud PIGNATARI, Décio (1979). *Semiótica e Literatura: Icônico e Verbal, Ocidente e Oriente*. São Paulo, Cortez e Moraes, 125p.

Os Arquitetos utilizam programas de ilustração como o **CorelDraw!** e **Adobe Illustrator** para produzir croquis e ilustrações gerais, ou programas de tratamento de imagens como o **Corel Photopaint** e o **Adobe Photoshop** para alterar fotos de terrenos e simular suas intervenções. Entretanto, o Arquiteto ainda adapta-se à ferramentas que não foram desenvolvidas para a sua profissão e linguagem.

As necessidades envolvidas nas etapas de criação dos Arquitetos ainda não foram abordadas pela indústria de software com a esperada perspectiva. Em parte, podemos justificar isto pela falta de informação que ampare e estimule a criação destas ferramentas, pois os próprios Arquitetos não estabeleceram quais são as ferramentas esperadas, as suas respectivas possibilidades bem como os resultados desejados.

Por outro lado, apesar do estágio atual de evolução do hardware para microcomputadores, tais programas capazes, de apoiar tanto a produção dos desenhos técnicos como a etapa de concepção, necessitariam de uma grande capacidade de processamento, espaço para armazenamento de dados, memória RAM, memória de vídeo e periféricos especializados, ainda não disponíveis e/ou financeiramente viáveis.

Considerando que diversos consultores em informática afirmam que os processadores tem dobrado de velocidade a cada dois anos, pelo mesmo preço em US\$, estes mesmos consultores prevêem para daqui a 5 anos a chegada de um processador capaz de suprir estas necessidades por um preço viável. Previsão válida também para a entrada de periféricos especializados com preços viáveis.

Embora os programas que se dispõem a auxiliar no projeto arquitetônico não tenham o desempenho desejado – mesmo por que ainda não estabelecido pelos Arquitetos - no apoio às etapas

de criação, tem evoluído rapidamente e se apresentado extremamente úteis na resolução de problemas na produção dos documentos técnicos das etapas legais de projeto.

O Autor considera que qualquer avaliação de programas para CADD arquitetônico tem, entre seus objetivos básicos, que considerar o desempenho de tais programas no auxílio à produção dos documentos técnicos das etapas legais de projeto. Tais etapas, parte da convenção para a produção e aceitação legal de um projeto arquitetônico, são reconhecidas e adotadas pelos Arquitetos no Brasil, e devidamente caracterizadas nos cursos de Arquitetura.

Quaisquer outras ferramentas que porventura se apresentem como úteis à concepção, nos moldes da utilização dos meios e ferramentas analógicas, devem ser observadas a partir da metodologia específica que se relaciona com esta mesma ferramenta, sob o risco de serem avaliadas superficialmente.

As metodologias de projeto, objeto de controvérsias diversas entre Arquitetos, podem necessitar de procedimentos e de ferramentas informatizadas particulares que podem atender alguns Arquitetos, e não adaptarem-se aos métodos de trabalho de outros.

Pelos fatores citados acima, justifica-se a abordagem desta Dissertação, que analisa os critérios possíveis para uma avaliação de programas CADD arquitetônico através do projeto definido pelas suas etapas legais. Qualquer outra possibilidade de avaliação de um programa CADD arquitetônico tornaria esta Dissertação de pouca utilidade para os Arquitetos, pois abordaria um espectro limitado de aplicações entre os diversos profissionais existentes.

2.2 ETAPAS DE PROJETO ARQUITETÔNICO E SUAS NECESSIDADES

Afim de estabelecermos os critérios de avaliação de um software CADD no setor de projeto arquitetônico, precisamos definir e caracterizar os principais elementos técnicos relacionados ao projeto, em especial:

1. Fases e etapas que o compõem;
2. Informações necessárias ao seu desenvolvimento; e
3. Produtos finais e serviços que o caracterizam.

Dentro da abordagem estabelecida por esta dissertação, o Projeto Arquitetônico fica definido pelas ETAPAS LEGAIS DE PROJETO ARQUITETÔNICO, padronizadas e adotadas por todos os profissionais do país. Metodologias de projeto, diversas e particulares para cada escola de Arquitetura e/ou profissional, não serão abordadas nesta dissertação.

Segundo o Manual de Contratação de Serviços de Arquitetura e Urbanismo da AsBEA (1992)¹⁸, Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura e Urbanismo:

"O desenvolvimento de um projeto de Arquitetura se dá em etapas e fases de trabalho, de tal forma que, ao término delas, o conteúdo dos produtos finais possam ser avaliados e aferidos quanto à:

- *Compatibilidade do projeto com o programa de necessidades*
- *Funcionalidade do projeto*

¹⁸ AsBEA. *Manual de Contratação de Serviços de Arquitetura e Urbanismo da AsBEA*. PINI, São Paulo, 1992. p.31-59p

- *Dimensionamento e padrões de qualidade*
- *Compatibilidade com os projetos complementares*
- *Custos e prazos de execução da obra*

O trabalho desenvolvido em fases permite providenciar em tempo hábil, as reformulações pertinentes à concretização dos objetivos estabelecidos no programa de necessidades, evitando-se assim, modificações posteriores que venham a onerar o custo do projeto e/ou execução da obra.”

2.3 Etapas de Projeto Arquitetônico: Definições e Produtos Legais

O objetivo do roteiro apresentado a seguir, definido pela AsBEA, é estabelecer informações, subsídios, condicionantes, procedimentos e produtos finais de cada fase ou etapa de trabalho. Sendo amplo e genérico, deverá ser ajustado a cada caso, conforme tipologia dos edifícios e as condições e conveniências contratuais.

2.3.1 Levantamento de Dados para Arquitetura

Fase PRELIMINAR de definições destinado a analisar e avaliar o conjunto de informações de referência que representem condições preexistentes, de interesse para instruir a elaboração do Projeto sugeridos e/ou determinados pelo Arquiteto e/ou fornecidos pela contratante e/ou por profissionais contratados pelo Arquiteto.

Informações necessárias:

2.3.1.1 Definições preliminares

- Objetivos do cliente e da obra;
- Prazos e recursos disponíveis para o projeto e para a obra;
- Padrões de construção e acabamento pretendidos; e
- Normas de apresentação gráfica do cliente/contratante.

2.3.1.2 Programa de necessidades/dimensionamento da obra:

- Características funcionais;
- Atividades que irá abrigar;
- Compartimentação e dimensionamento preliminares;
- População fixa e variável (por compartimento e função);
- Fluxos de pessoas, veículos e materiais (interno e externo);
- Mobiliário específico; e
- Instalações e equipamentos básicos por compartimento.

2.3.1.3 Informações sobre o terreno

1. Escritura(s) atualizada(s), impostos e registros de imóveis;
2. Documentos cadastrais (projetos de alinhamento e loteamento, levantamentos aerofotogramétricos e outros);
3. Restrições específicas do loteamento;
4. Levantamento planialtimétrico detalhado em escala adequada, indicando:
 - A. Limites do terreno (dimensões lineares e angulares, rumos)
 - B. Localização e características das construções vizinhas e internas ao terreno (número de subsolos e pavimentos)
 - C. Arruamento e calçadas limítrofes

- D. Acidentes naturais (rochas, cursos d'água, etc.)
- E. Vegetação existente (locação e especificação de árvores e massas arbustivas)
- F. Orientação
- G. Localização das galerias águas pluviais, redes de água e esgoto, energia, telefonia, gás, etc.
- H. Curvas de nível espaçadas de metro em metro e secções do terreno
- I. Levantamento arquitetônico detalhado, em escala adequada, de construções porventura existentes no terreno a serem mantidas, ou quando solicitado
- J. Sondagens de reconhecimento do solo, apresentadas de acordo com as Normas Brasileiras da ABNT-NBR 6484/80, segundo as diretrizes para sondagens da Associação Brasileira de Mecânica dos Solos
- K. Dados sobre drenagem, visando subsidiar a concepção estrutural e o projeto de fundações da obra
- L. Dados geoclimáticos e ambientais locais (quando necessários)
 - a) Temperatura
 - b) Pluviosidade
 - c) Insolação
 - d) Regime de ventos/marés
 - e) Níveis de poluição (sonora, ar, solo e água)

2.3.1.4 Informações sobre o entorno

1. Uso e ocupação do solo do entorno;
2. Padrões urbanísticos e arquitetônicos;
3. Infra-estrutura disponível;
4. Tendências de desenvolvimento para a área;
5. Condições de tráfego e estacionamento;

6. Visuais;
7. Proximidade de equipamentos urbanos; e
8. Fotos do terreno e seu entorno.

2.3.1.5 Levantamento da legislação arquitetônica e urbanística (municipal, estadual, federal e concessionárias):

- Restrições de uso;
- Taxas de ocupação e coeficientes de aproveitamento;
- Gabaritos;
- Alinhamentos, recuos e afastamentos;
- Áreas de estacionamento coberto ou descoberto;
- Exigências relativas a tipos específicos de edificação;
- Outras exigências arquitetônicas a serem especificadas;
- Órgãos técnicos públicos (prefeitura, engenharia sanitária);
- Órgãos de proteção ao meio ambiente, patrimônio histórico;
- Serviços de trânsito;
- Ministérios da Marinha, Aeronáutica e Saúde; e
- Concessionárias de serviços públicos (bombeiros, energia, água, gás, telefone, etc.).

2.3.1.6 Recursos técnicos disponíveis e/ou desejáveis

1. Mão-de-obra (qualificação);
2. Materiais;
3. Sistemas construtivos;
4. Modalidade de construção da execução da obra;
5. Porte do construtor (fabricante/montador); e
6. Seleção e escolha dos responsáveis pelos serviços, consultorias especializadas e projetos complementares

Documentos instrutores multidisciplinares a considerar, necessários, úteis, disponíveis ou possíveis de serem produzidos:

1. Físicos - planialtimétricos; cadastrais (edificações, características urbano/funcionais, redes); geológicos, hídricos (sondagens); ambientais, climáticos, ecológicos.
2. Técnicos - sistemas construtivos e tecnológicos, materiais e mão-de-obra, capacidade técnico/profissional.
3. Legais - Legislação, códigos, escrituras, fichas de informações, IPTU.
4. Econômico-financeiras - valores disponíveis e possibilidades de financiamento.

2.3.2 Programa de Necessidades de Arquitetura

Determinação das exigências de caráter prescritivo e de desempenho a serem atendidas pelo Projeto e definidas por este Escritório e/ou a Contratante.

Onde serão determinadas sua:

1. Qualificação - características das funções, atividades, fluxos, população, mobiliários, equipamentos, intenções, simbologia, etc.; e
2. Quantificação - dimensionamento geral e particularizado, desejado e possível e/ou obrigatórios.

2.3.3 Estudo de Viabilidade de Arquitetura

Elaboração de análise e avaliações para seleção e recomendação de alternativas para a concepção de Projeto.

Onde serão apresentadas:

1. Alternativas (se previamente pactuadas); e
2. Recomendações.

2.3.5 Anteprojeto de Arquitetura

Solução geral final da proposta Arquitetônica com a definição dos elementos técnicos fundamentais e provisórios de modo a possibilitar a clara compreensão do Projeto Arquitetônico e estimar sua execução de forma aproximada.

A serem apresentados:

1. Definição em nível de Anteprojeto - solução geral; situação; e implantação - apresentando os componentes relevantes: plantas, cortes, elevações, perspectivas e detalhes básicos.
2. Informações técnicas : desenhos, relatórios, memoriais, gráficos e diagramas.

2.3.5.1 Produtos Finais

1. Planta de situação;
 - A. Denominação de ruas e/ou praças limítrofes;
 - B. Orientação (Norte verdadeiro ou magnético);
 - C. Tabelas com área de construção por pavimento, totais de construção, projeção e terreno;
 - D. Implantação dos blocos com afastamento das divisas e níveis principais do terreno; e
 - E. Áreas de circulação, estacionamento e jardins.
2. Planta de cada pavimento
 - F. Elementos de estrutura;
 - G. Indicação de cortes;
 - H. Indicação dos elementos estruturais (pilares);
 - I. Níveis dos pisos;

- J. Localização dos principais equipamentos, como elevadores, cabinas de transformação, áreas para equipamento de ar-condicionado, instalações, reservatórios, fossas e outros definidos pela função da edificação;
 - K. Denominação e área de cada ambiente;
 - L. Orientação;
 - M. Outros elementos que favoreçam a compreensão qualitativa dos espaços propostos; e
 - N. Altura de piso a piso, pés-direitos, indicação de forros.
3. Plantas de cobertura
- O. Indicação de tipologia (laje impermeabilizada, telhado, etc.); e
 - P. Indicação de caimentos, calhas, coletores de águas pluviais.
4. Cortes esquemáticos
- Q. Altura de piso;
 - R. Pré-dimensionamento de lajes e outros elementos estruturais;
 - S. Pés-direitos; e
 - T. Indicação de forro.
5. Fachadas
- U. Indicação de esquadrias, brises e outros elementos;
 - V. Indicação de materiais de revestimento;
 - W. Tabelas/Memoriais;
 - X. Quadro de áreas por pavimento e geral
 - Y. Definição dos principais acabamentos; e
 - Z. Memorial justificativo (eventual).

6. Serviços adicionais

- A. Perspectivas;
- B. Maquetes;
- C. Quantificação dos itens principais da obra; e
- D. Pré-orçamento estimativo.

2.3.6 Projeto Legal de Arquitetura

Documentação técnico-jurídica da solução arquitetônica, necessária à análise e aprovação, nos requisitos legais e normas técnicas de apresentação e representação gráfica conforme exigência dos Órgãos Públicos.

A serem apresentados:

- a. Projeto definitivo para fins de aprovação Legal enquadrados na Legislação Específica relativa: Lei de Uso e Ocupação do solo, Zoneamento, Código de Obras, Engenharia Sanitária, Segurança contra incêndios, Patrimônio Histórico, Artístico e Cultural, Proteção do Meio Ambiente, Normas Técnicas, Procedimentos Técnico-Administrativos (Prefeitura, CREA, IAPAS, etc.) e outros inerentes e necessários.
- b. Informações técnico-legais.

2.3.7 Projeto de Pré-Execução de Arquitetura

Desenvolvimento do Anteprojeto Arquitetônico que permita a verificação das interferências com os Projetos Complementares (Fundações, Estrutura, Instalações, etc.). Documentação básica para a elaboração dos estudos finais dos Projetos Complementares prévios à execução definitiva assim como para fornecer subsídios

para estimativas no tocante à quantificação de materiais e mão-de-obra necessários e qualificação dos materiais, tecnologias e procedimentos técnico-construtivos.

A serem apresentados:

- a. Pré-definição do Projeto Executivo como documentação base para elaboração de Projetos de Pré-Execução Complementares; e
- b. Informações Técnicas.

Produtos finais:

1. Eixos e sistemas de coordenadas;
2. Indicação dos elementos estruturais;
3. Locais de prumadas;
4. Identificação e cotas de todos os ambientes e níveis;
5. Dimensionamento de vãos e aberturas, indicação do sentido de abertura das esquadrias;
6. Localização de louças, e demais equipamentos específicos (aparelhos, centrais de ar-condicionado, cabinas de transformação, etc.);
7. Indicação dos níveis;
8. Indicação dos principais acabamentos (tabelas à parte);
9. Nas coberturas, indicação de caimentos, calhas, plano de cobertura, cumeeira, pontos de descida de águas pluviais;
10. Plantas de forro, divisórias; e
11. Os detalhes construtivos e de execução serão incorporados apenas no projeto de execução e detalhamento.

2.3.8 Projeto Básico de Arquitetura¹⁹

Projeto de Pré-Execução COMPATIBILIZADO com todos os projetos complementares também em fase Pré-Executiva, formando um conjunto de documentos Técnicos que juntamente com os Projetos Básicos Complementares tem somente como objetivo licitar a obra (documentação destinada à obras Públicas - Decreto Nº2300 e Resolução Nº361 do CONFEA, com informações ainda não completas ou definitivas, mas consideradas compatíveis com os projetos básicos das demais atividades técnicas e suficientes à licitação e contratação para a execução dos serviços de obra correspondentes).

A serem apresentados:

- a. Pré-definição do projeto executivo (apresenta praticamente todos os pormenores que compõem o projeto executivo mas com caráter ainda não absolutamente definitivo e sem detalhamento que não o absolutamente imprescindível); e
- b. Informações técnicas.

2.3.9 Projeto para Execução de Arquitetura

Documentação Completa da solução DEFINITIVA com todas as informações, detalhes e pormenores arquitetônicos necessários à obra a ser executada.

A serem apresentados e efetuados:

- a. Definição de Projeto Arquitetônico Completo Definitivo;
- b. Informações Técnicas necessárias e relativas ao Projeto Arquitetônico; e

¹⁹ Esta fase é apenas decorrente da Legislação relativas a obras públicas e não faz parte da documentação necessária ou exigida para obras privadas, a não ser excepcionalmente.

c. Verificação e acompanhamento da obra

2.3.9.1 Produtos Finais

1. Listagens dos desenhos de Arquitetura;
2. Planta de situação – escala 1:500 ou 1:1000 (as escalas são referenciais, devendo ser adequadas caso a caso), com:
 - A. Cotas de afastamento do lote em relação aos limites da quadra
 - B. Larguras de ruas e passeios
 - C. Cotas de afastamentos e recuos das edificações com relação aos limites do terreno
 - D. Orientação (norte magnético ou verdadeiro)
 - E. Denominação de ruas e praças limítrofes
 - F. Notas gerais
 - G. Carimbo
3. Planta de implantação – escalas 1:200 ou 1:250 e 1:500; com:
 - A. Indicação do sistema de eixo de coordenadas do projeto
 - B. Orientação (norte magnético ou verdadeiro)
 - C. Limites do terreno e indicação de logradouros adjacentes
 - D. Vias de acesso
 - E. Curvas de nível (anteriores e do projeto)
 - F. Pormenor das áreas ajardinadas, vias internas, estacionamentos, áreas cobertas e respectivos detalhes construtivos

- G. Indicação dos vários acessos (principal e secundários) previstos para o terreno e a edificação
 - H. Cotas de nível do piso acabado dos acessos
 - I. Designação dos diversos edifícios (ou fases) previstos
 - J. Cotas gerais
 - K. Notas gerais
 - L. Legendas
 - M. Carimbo
4. Planta dos pavimentos – escalas 1:100 e 1:50; com:
- A. Indicação de coordenadas do projeto
 - B. Indicação dos elementos do sistema estrutural, com distinção gráfica entre estes e as vedações
 - C. Indicação de cotas parciais entre coordenadas e cotas totais
 - D. Cotas de desenho, em pormenor, dos locais que não serão desenhados em escala maior
 - E. Indicação dos cortes gerais, fachadas, elevações parciais, detalhes e secções
 - F. Indicação de níveis de pisos acabados e da laje
 - G. Indicação da função e área de cada ambiente
 - H. Localização e dimensionamento de equipamentos
 - I. Referência e numeração de sanitários, escadas, rampas, balcões, divisórias, gradis, guarda-corpos, corrimãos, esquadrias (de madeira, ferro, alumínio), armários, bancadas e outros, que serão desenhados em escala maior
 - J. Indicação do sentido de abertura das esquadrias
 - K. Indicação de sancas, rebaixos e projeções
 - L. Indicação de enchimentos, dutos e prumadas das instalações

- M. Indicação de soleiras e peitoris com especificação completa dos materiais
- N. Localização de fossas e sumidouros
- O. Indicação dos pontos de distribuição de água e esgoto, inclusive para jardins, filtros, bebedouros e caixas de incêndio.
- P. Localização de torres de arrefecimento, fan-coils, central de refrigeração, elevadores, cabinas de transformação e outros
- Q. Localização e dimensionamento dos vãos quando se tratar de aparelhos individuais (de paredes/janelas)
- R. Detalhamento da fixação ou especificação dos elementos suportes
- S. Indicação dos quadros e caixas de distribuição das redes telefônica, elétrica, centrais de som, alarme, prumadas hidráulicas, etc.
- T. Paginação dos revestimentos quando houver necessidade
- U. Indicação da projeção dos reservatórios de água (inferior e superior), com respectivos acessos e capacidade em litros
- V. Uso das convenções oficiais, especialmente em casos de reforma
- W. Especificações gerais
- X. Notas gerais
- Y. Tabelas com indicação de acabamentos, revestimentos e pisos
- Z. Quadro de dimensionamento das esquadrias onde constem referências, dimensões, especificações e quantidades de cada uma
- AA. Legendas

BB. Carimbo

5. Planta de cobertura – escalas 1:200 e 1:50; com:
 - A. Indicação do sistema de coordenadas do projeto
 - B. Indicação dos planos de cobertura e de calhas, com respectivos sentidos de inclinação de escoamento de águas
 - C. Indicação da posição e dimensionamento das calhas condutoras de águas pluviais e destino das mesmas
 - D. Cortes e secções parciais em centímetros
 - E. Indicação dos detalhes de cumeeiras, rufos, arremates e outros elementos
 - F. Especificação dos materiais, dimensionamento da solução estrutural básica, elementos de impermeabilização e isolamento termoacústico
 - G. Orientação (norte magnético ou verdadeiro)
 - H. Notas gerais
 - I. Legendas
 - J. Carimbo
6. Planta de forro – escala 1:50 (quando necessário); com:
 - A. Indicação do sistema de coordenadas do projeto
 - B. Desenho do forro, com indicação da posição e dimensionamento das placas ou lâminas, com especificação completa das mesmas
 - C. Representação específica e completa das luminárias, com indicação dos pontos de iluminação no teto
 - D. Representação dos aerofusos, sancas com respectivas grelhas de insuflamento e retorno para sistema de ar-condicionado central, quando no forro

- E. Indicação dos pontos de instalações especiais, quando no forro
 - F. Representação das paredes e divisórias
 - G. Notas gerais
 - H. Legendas
 - I. Carimbo
7. Cortes – escala 1:50 (quantidade compatível com a obra); com:
- A. Indicação do sistema de coordenadas do projeto
 - B. Distinção gráfica entre elementos da estrutura e vedações seccionadas
 - C. Indicação dos perfis longitudinais e transversais naturais do terreno, aterros e desaterros, e dos novos perfis longitudinais e transversais do terreno
 - D. Nível dos pisos seccionados (bruto e acabado)
 - E. Cotas verticais de piso a piso, parciais e totais dos elementos seccionados
 - F. Notas gerais
 - G. Legendas
 - H. Carimbo
8. Fachadas – 1:50
- Desenhos de todas as elevações externas da edificação, com representação gráfica e especificação completa dos materiais de revestimento (marca, referência, cor, dimensões), determinando o respectivo modo de assentamento e acabamento, contendo:
- A. Indicação do sistema de coordenadas do projeto
 - B. Desenho das fôrmas, quando utilizado concreto aparente

- C. Indicação e especificação completa de vidros, cristais, elementos vazados, brises e esquadrias
- D. Representação, numeração e sentido de abertura das esquadrias nas fachadas
- E. Representação da localização de aparelhos de ar-condicionado, quando forem individuais (de parede/janela)
- F. Cotas parciais e totais dos componentes das fachadas
- G. Medidas em cotas de nível e também dos pavimentos
- H. Indicação das divisas do terreno
- I. Notas gerais
- J. Legendas
- K. Carimbo

2.4 O CADD em Escritórios de Arquitetura no Brasil

Ao contrário dos Arquitetos dos EUA, Europa e Japão, que trabalham essencialmente com microcomputadores Apple Macintosh ou com workstations, utilizando programas como o **ARRIS**, **ArchiCAD** ou **Vector Works** entre outros, os Arquitetos brasileiros utilizaram, dos anos 80 até a primeira metade dos anos 90, na sua maioria, a plataforma IBM-PC com programas CAD genéricos como o **MicroStation**, ou o **AutoCAD** e seus aplicativos.

Com o objetivo de compreender como os sistemas CAD/CADD foram introduzidos e são utilizados no Brasil pelos arquitetos, precisamos observar algumas das características tecnológicas, políticas e econômicas existentes desde o período da implantação destas tecnologias até hoje.

O conhecimento das opções de hardware disponíveis, dos programas existentes e das características específicas profissionais dos Arquitetos, da política governamental específica para a área e do mercado no Brasil, são de fundamental importância para a compreensão da adoção de determinada plataforma de hardware+software e dos usos que foram dados a estas tecnologias em um determinado período.

A seguir abordaremos com maiores detalhes alguns dos principais aspectos do processo de implantação dos sistemas CAD/CADD no Brasil a partir dos anos 80, e também da utilização atual destas tecnologias pelos Arquitetos brasileiros.

2.4.1 O Hardware e o programas dos anos 80

No Brasil do início dos anos 80 a informática começava a se tornar acessível a usuários domésticos e de pequenos escritórios,

através de equipamentos como os microcomputadores TK82, TK85 e TK2000 fabricados no Brasil pela empresa Microdigital. Os microcomputadores TK82 e TK85 (Figura 5) eram totalmente compatíveis em hardware e software com o microcomputador inglês Sinclair ZX81, o primeiro computador de pequeno porte a conquistar o mercado mundial. Já o TK2000 (Figura 6) era uma versão nacional do Apple II Plus, mas com menos recursos disponíveis.

Todo o sistema (UCP²⁰, memória, teclado e interface para os periféricos padrões) alojava-se em uma caixa de dimensões reduzidas. Facilmente transportável, necessitava de um único periférico obrigatório, uma televisão comum P&B ou à cores. Utilizava processador de 8 bits, e operava a uma velocidade de 3,25 MHz. Não possuíam disco rígido e, como memória auxiliar, utilizavam fitas cassete comuns, com o gravador doméstico conectado por cabos ao aparelho. Permitia uma velocidade de transferência de 300 bauds a até 4.200 bauds (bits/segundo), ao utilizar “tape decks” e fitas de cromo ou similares.

Embora não fosse capaz de rodar programas CAD, era capaz de executar programas educativos, financeiros e administrativos, como planilhas e banco de dados, e assim entrava nos escritórios de Arquitetura com um uso administrativo e em pequenas tarefas de gerenciamento.

Estes equipamentos foram superados pelos primeiros microcomputadores que apresentavam características básicas semelhantes ao do Itautec I-700, de 16 bits, que utilizava discos rígidos de 5 ou 10 “Mbytes”²¹, e também discos flexíveis de 5^{1/4}” que armazenavam até 320 Kbytes.

²⁰ UCP: Unidade Central de Processamento.

²¹ Mbytes: Megabytes, ou milhões de bytes.

Figura 5: TK 85

Figura 6: TK 2000

Figura 7: IBM PC-XT

Ao contrário do Sinclair, este microcomputador necessitava de monitor próprio monocromático de fósforo verde ou colorido, com 12" e apresentava uma resolução de 640 pontos horizontais por 200 pontos verticais no modo monocromático, e 320 por 200 pontos com até 16 cores distintas, ao utilizar monitores coloridos.

As preocupações referentes à ergonomia do posto de trabalho do operador de informática já existiam (figura 9), e evoluíram consideravelmente em poucos anos.

Na época, entre os programas gráficos disponíveis estava o programa Slide-Master (figura 10). Este programa, em conjunto com uma mesa digitalizadora e caneta ótica, permitia utilizar até 16 cores ao mesmo tempo entre 4.096 cores possíveis.

Criado para ilustrar projetos tridimensionais de cozinhas planejadas, era utilizado para demonstrar ao cliente as diversas combinações de cores e possibilidades do projeto escolhido.

Figura 8: 1985 **Figura 9: 1995** **Figura 10: Desktop e Hardware para Slide Master**

Permitia, ainda, a impressão através de “plotters”, periféricos de saída que ao receber instruções de um microcomputador executam desenhos de traço contínuo.

Estas primeiras plotters eram de caneta, e utilizavam canetas especiais sobre papel comum. Também eram utilizadas as plotters eletrostáticas, que ao invés de canetas utilizavam uma ponta catódica que desenhava sobre um papel eletrosensível.

Figura 11: Projetos produzidos com o programa SlideMaster

Eram mais rápidas e silenciosas do que as barulhentas plotters de caneta, mas eram menos precisas. Sua resolução era de aproximadamente 100 a 200 dpi (pontos por polegada). Podiam imprimir em papel e plástico transparente, “mylar” e outros.

Figura 12: Operador de plotter beltbed

Figura 13: Detalhe da impressão

Ainda poderíamos classificar as plotters entre os modelos “flatbed”, utilizadas em mesas horizontais, e as “beltbed”, utilizadas em mesas inclinadas. Ambas eram fornecidas com um tambor que permitia a utilização de até 4 canetas com cores diferentes ao mesmo tempo, oferecendo até 8 cores diferentes.

Figura 14: Suprimentos para plotters de caneta

Necessitavam de hardware específico dedicado ao processamento e ao funcionamento da impressão que ocupava um espaço físico considerável, necessitando também de operador especializado e de suprimentos caros.

Figura 15: Painel de controle e hardware para gerenciamento de impressão

Atualmente as plotters encontradas em escritórios de Arquitetura, em sua maioria, são as que trabalham através da tecnologia de impressão à jatos de tinta.

Figura 16: Hardware de uma plotter flatbed

Figura 17: Plotter atual a jato de tinta

Figura 18: Estação de trabalho para digitalização de imagens.

As mesas digitalizadoras, ou simplesmente digitalizadores, eram periféricos capazes de converter em dados numéricos, para a entrada direta no computador, dados originalmente apresentados em forma gráfica, como desenhos e mapas. O papel/projeto era colocado sobre a digitalizadora e um cursor ou caneta de digitalização enviava ao computador as coordenadas X e Y dos pontos sucessivos do gráfico, em relação ao próprio digitalizador.

Alguns modelos eram capazes de transmitir também a coordenada Z, para digitalizar objetos tridimensionais. Reproduziam na tela os movimentos de um controle que deslizava sobre o desenho e que enviava o dados a uma velocidade de até 200 vezes por segundo.

Os digitalizadores de alta precisão²², com luz interna ou opacas, e medindo até 42"x60", poderiam chegar a 0,05" de precisão com uma resolução de 0,001".

²² Modelo Summagrid, produzido pela Summagraphics.

Figura 19: Canetas de digitalização com botões para tarefas programáveis

Os “Modems”, MODuladores/DEModuladores, já serviam para a transmissão de dados entre computadores existentes em escritórios distantes. Eram periféricos que necessitavam de um acoplador acústico que permitia a transmissão e a recepção de dados a partir de um aparelho telefônico convencional. A velocidade de transmissão era normalmente de 1.200 bauds (bits/segundo), podendo chegar a até 9.600 bauds, utilizando linhas especiais fornecidas pela companhia telefônica.

Figura 20: Modelos de Modems disponíveis nos anos 80

Tais sistemas eram extremamente limitados, se comparados aos atuais modems de 56 Kbps (kilobytes/segundo).

Os programas da época necessitavam do que hoje consideramos pouco espaço para serem transportados em mídia flexível, no caso utilizavam disquetes de 5^{1/4}" com capacidade de 320 Kbytes (Figura 21), e posteriormente de 1,22 megabytes. Ainda não estavam disponíveis os "drivers"²³ de 3^{1/2}" com capacidade de 1,44 Mbytes.

Outras plataformas de microcomputadores pessoais existentes como o Apple Macintosh lançado em 1984, e o Amiga da Commodore, utilizavam processadores Motorola e apresentavam grandes vantagens na utilização de recursos gráficos e de vídeo em comparação com o IBM-PC. O modelo Macintosh (Figura 22) possuía um processador de 16 bits, monitor de 9" e utilizava drivers de disquetes de 3^{1/2}" da Sony. Estes disquetes de 3^{1/2}" gravavam em face simples e posteriormente em face dupla, podendo armazenar em cada face até 400 Kbytes.

Figura 21: Driver para disquete de 5 ^{1/4}"

²³ Driver: Periférico externo ou interno ao computador utilizado para a leitura ou gravação de dados.

Figura 22: Apple Macintosh e periféricos

O disquete era ejetado pelo software, para que o micro evitasse perda de dados por erro do usuário.

O Macintosh já apresentava o “mouse” de um botão, um periférico de entrada de dados já utilizado anteriormente no Apple Lisa, sendo responsável pela interação entre usuário e software. Reduzia em muito a necessidade de executar comandos via teclado, ao utilizar ícones para executar programas ou tarefas. Oferecia programas gráficos como o MacPaint, que permitia a criação de desenhos com retículas e formas geométricas pré-definidas, que facilitavam em muito o trabalho de criação neste tipo de plataforma.

Já o Commodore ficou conhecido pelos seus recursos gráficos superiores e o pela sua facilidade de lidar com edição de vídeo.

O Commodore VIC 20 foi o computador pessoal que, no exterior, alcançou a maior popularidade na época depois do Sinclair (TK 82/85), pois apresentava uma boa relação entre custo/benefício.

Possuía grande capacidade para a época de geração de desenhos e de gráficos em cores e, também, sintetizava notas musicais.

Os microcomputadores equipados com processadores Intel 286, que substituíram os PCxt, utilizavam essencialmente o ambiente operacional DOS que não trabalhava através de ícones, como o Macintosh.

Figura 23: Componentes do Commodore

Figura 24: Gravador próprio da Commodore, e periféricos

A supremacia do Macintosh ficou ameaçada, principalmente nos mercados do terceiro mundo, com o lançamento dos microcomputadores IBM-PC compatíveis equipados com o processador Intel 386, disponíveis com até dois discos rígidos de 20 megabytes cada, mouse e ambiente operacional Microsoft

Windows.

O ambiente operacional Windows, embora também trabalhasse sobre ícones, era uma máscara para o ambiente operacional DOS, muito utilizado nos microcomputadores IBM-PC compatíveis. O Windows permitia a realização de diversas tarefas utilizando o mouse, mas era muito instável em comparação ao ambiente operacional dos microcomputadores Macintosh, já conhecidos por suas amplas vantagens na utilização de programas gráficos e por seu desempenho geral.

Cabe aqui citar a sequência aproximada de lançamentos para a plataforma IBM-PC compatível, que introduziu processadores mais velozes a cada versão, com um espaço de tempo cada vez menor entre uma e outra novidade. A Intel prosseguiu com a sua família de processadores com os 486 de 25Mhz a até 100 MHz. Em sequência introduziu a linha Pentium, que chegaram com 75Mhz e evoluíram a até 166 MHz. Posteriormente lançou os MMX 200 e 233Mhz, e logo após os Pentium II, seguidos pelo recém lançados Pentium III de até 600Mhz.

Os programas tornavam-se mais complexos e exigiam mais espaço em disco para serem fornecidos e instalados, a cada versão. A necessidade de processadores mais rápidos também foi acompanhada pela necessidade de mais memória RAM e, como exemplo podemos citar o programa 3D Studio, para animação e para renderização que em sua versão 4.0, ainda para o ambiente operacional DOS, funcionava com no mínimo 16 Megabytes RAM, e que em sua recém lançada versão 3DMAX 3.0, necessita de um mínimo de 128MB RAM para ser instalado. Se nos 486 utilizávamos discos rígidos com capacidade de 520 MB, hoje encontramos os microcomputadores Pentium II e III sendo vendidos com pelo menos 6.4 Gygabytes de memória nos discos rígidos.

As placas de vídeo também evoluíram, das modestas placas

com 1 MB de memória de vídeo dos microcomputadores 386/486 aos 40 Mbytes disponíveis nas placas de vídeo mais atuais para os microcomputadores Pentium II e III.

Os drivers de 5^{1/4}" com até 1,22 MB de capacidade foram substituídos pelos discos de 3^{1/2}" com capacidade de até 1,44 Mbytes. Com o lançamento dos novos leitores foram introduzidos os discos não graváveis, os CD-ROM, somente para leitura, com capacidade de até 620MB de armazenamento. Tais CD's permitiam armazenar programas muito grandes, animações, músicas e imagens, que contribuíram para o microcomputador se transformar definitivamente em um instrumento de lazer e aprendizado familiar. Atualmente podemos utilizar CD's graváveis e regraváveis, que necessitam de drivers/leitores diferentes, utilizados para armazenar de forma relativamente segura os dados de trabalho e de lazer.

Outra forma atualmente utilizada para a produção das cópias de segurança, os "backups", é o ZIPDrive, da Iomega, com capacidade de armazenar até 100MB de dados. Necessita de um driver especial, interno ou acoplado externamente à CPU.

As placas de som de 16 bits, a até as atuais de 128 bits, permitiram juntamente com o CD-ROM, a utilização das novas tecnologias de multimídia que agregam dados de tipos diversos na forma de enciclopédias, jogos, cursos e apresentações diversas. Os "kits" multimídia, que congregam caixas de som, driver de CD-ROM e placas de som, tornaram-se bastante utilizados.

Os modems atuais, de 56 Kbps, popularizam-se entre os proprietários de microcomputadores que utilizam a Internet para trabalhar ou simplesmente como lazer.

Em paralelo aos novos recursos de hardware, os microcomputadores portáteis, "Notebooks", "Laptops", deram uma mobilidade ao Arquiteto que anteriormente não existia, pois agora

podem levar até seu cliente ou ao canteiro de obra todos os dados, gráficos ou não, sobre o projeto. Apesar de não disporem dos mesmos recursos de hardware, em termos de velocidade de processamento dos últimos lançamentos dos desktops, apresentam ótimos recursos para trabalhar.

Ao serem lançados apresentavam uma tela de matriz passiva, que não possuíam uma resolução de qualidade comparável aos monitores desktop. Atualmente apresentam telas de matriz ativa, com excelente resolução e definição.

O Apple Macintosh utilizava a tecnologia conhecida como "Plug and Play"²⁴, que permitia a rápida e simples instalação e configuração de novas placas e de hardware diverso, pelo próprio usuário. Já nos microcomputadores IBM-PC compatíveis, adições ou substituições de hardware necessitavam de conhecimento técnico especializado, tempo e de um processo de tentativa e erro, gerados principalmente por incompatibilidades entre os componentes clonados por diversos fabricantes ao redor do mundo.

Atualmente, os microcomputadores IBM-PC compatíveis utilizam a tecnologia "Plug and Play", após um período de adaptação que os tornou conhecidos como microcomputadores "Plug and Pray", ou "Ligue e Reze", devido principalmente aos problemas que ainda não haviam sido resolvidos, entre o hardware e o ambiente operacional.

Os equipamentos Macintosh não eram clonados, pois a Apple não permitia que outros fabricantes produzissem seus componentes. Tal procedimento levou a uma desvantagem crescente do ponto de vista de custo de aquisição do hardware, em relação aos microcomputadores Intel 386/486, que eram produzidos por diversos fabricantes.

²⁴ Plug and Play: Termo designado para identificar os microcomputadores capazes de reconhecer, sem auxílio humano, o hardware que foi adicionado ou alterado do sistema

Figura 25: Modelo de Notebook IBM-PC compatível com kit DVD

Apesar da vantagem tecnológica do Macintosh, os consumidores no Brasil optaram pelo sistema IBM-PC compatível devido ao relativo custo mais baixo, mesmo reconhecendo as desvantagens do IBM-PC+Windows em relação ao Macintosh.

Devido à utilização de ambientes operacionais e de hardware diferentes, os programas não rodavam nas duas plataformas. A opção pela plataforma IBM-PC compatível ou pelo Macintosh levou também a optar-se, obrigatoriamente, por trabalhar com um pacote relativamente fechado de programas.

A maioria dos programas existentes na época para Windows/DOS não existiam para Macintosh, e vice-versa, sendo a oferta de programas para IBM-PC muito superior à oferta de programas para Apple Macintosh.

Com o tempo, novos Apple Macintosh já eram capazes de ler arquivos gerados em IBM-PC, em programas que já existiam nas duas plataformas. Os Macintosh emulavam os programas, em

operações que permitiam alguns dos resultados esperados. Tal processo de emulação consumia em demasia os recursos do hardware, e não substituía efetivamente o hardware IBM-PC .

Alguns Apple Macintosh chegaram a oferecer um chip extra na sua “motherboard”²⁵ para trabalhar com os programas nativos do Windows ou do OS/2 da IBM, juntamente com o chip Motorola da série 6000 ou posterior.

Os atuais Macintosh trabalham com a tecnologia RISC, ou seja, trabalham com um conjunto de instruções reduzidas que permitem uma velocidade maior de processamento dos dados. Os IBM-PC compatíveis utilizam a tecnologia CISC, que trabalhava com um conjunto de instruções complexas.

As CPU’s atuais da Apple, como o G4, permitem operar com processadores RISC que processam a até 500Mhz, e dispõem de excelentes recursos gráficos, totalmente compatíveis com as necessidades dos programas utilizados pelos Arquitetos.

Os monitores, que até poucos anos atrás eram volumosos e pesados, aderiram às novas tecnologias que permitem que sejam esbeltos e leves, apresentando maior resolução e nitidez. Tal tecnologia encontra em seu custo, ainda proibitivo em relação aos monitores convencionais, o maior impecílio para sua utilização em larga escala por escritórios de Arquitetura no Brasil.

Atualmente encontramos à venda programas nativos das duas plataformas, como o ArchiCAD ou o Vector Works (antigo MiniCAD) para Macintosh, e o AutoCAD para IBM-PC, sendo vendidos para operarem nas duas plataformas. Tal procedimento elimina muitos dos impecílios existentes que dificultavam a troca de dados entre os diversos profissionais do mercado da construção civil, que optaram pelo IBM-PC ou pelo Apple Macintosh.

²⁵ Motherboard: Placa mãe do computador, que conecta todos os seus itens.

Figura 26: Monitor e CPU/G4 da Apple Macintosh

Quando considerarmos o aspecto da compatibilidade de troca de dados, este não será mais determinante para a adoção desta ou daquela plataforma, e os aspectos referentes ao custo de hardware+software serão os principais determinantes da escolha da plataforma a ser adotada.

2.4.2 Anos 80 e 90: O CAD/CADD e os Arquitetos brasileiros

Os primeiros sistemas CAD/CAM já eram utilizados desde o início dos anos 60 nos EUA e na então URSS²⁶. Eram essencialmente direcionados à auxiliar ambos os países a atingirem a supremacia na aeronáutica e na exploração espacial.

Posteriormente a rica e poderosa indústria automobilística beneficiou-se destes recursos, mas devido aos custos do hardware e software disponíveis somente anos mais tarde outros setores da indústria tiveram acesso ao uso da tecnologia CAD/CAM.

O impacto da nova tecnologia anunciava uma possível onda de desemprego gerada pela substituição do trabalho humano por computadores, em áreas nas quais até pouco tempo considerava-

²⁶ URSS: União das Repúblicas Socialistas Soviéticas.

se impossível a máquina substituir o homem. Superado parcialmente o problema do custo, ao atingirem outros setores industriais nos EUA e Europa, registraram-se ocorrências de resistência e de problemas com o pessoal que, por exemplo, trabalhava em artes gráficas. Funcionários enfatizavam o argumento de que estes sistemas reduziriam os escassos empregos de uma sociedade que passava por uma grave crise econômica.

Na época, início dos anos 80, o governo brasileiro executava a sua política governamental através da Secretaria Especial de Informática (SEI), órgão ligado ao Conselho de Segurança Nacional (Presidência da República) criado em 1979. Protegia a então nascente indústria de informática (hardware, software e serviços), através de uma legislação específica, regulando inclusive a importação de insumos e produtos.

Existia uma reserva de mercado para micro, mini e superminicomputadores, e dentro destas categorias era vedada a importação de modelos estrangeiros, e apenas empresas com capital nacional poderiam fabricar essas máquinas no país.

Tal reserva resultou, devido à falta de concorrência e outros fatores, em equipamentos de custo proibitivo para a maioria dos profissionais que necessitavam destes recursos e em oferta de equipamentos de qualidade inferior aos importados que serviram de referência para os modelos nacionais.

No início dos anos 80, o impacto causado pela nova tecnologia CAD já era visto de outra forma e os sistemas eram lançados, também, em opções menos sofisticadas do que os de uso industrial e oferecidos por um custo mais viável para diversos setores. Sendo direcionados para usuários de perfil específico, estes sistemas eram conhecidos como CAD/CAM “Turn Key”²⁷ e eram uma alternativa

²⁷ Turn Key: “Basta girar a chave”, ou “Prontos para usar”.

para empresas que queriam aumentar a produtividade e reduzir os prazos e custos de produção.

No Brasil, até os últimos anos da década de 80, os originais de um projeto arquitetônico eram essencialmente produzidos e apresentados em execução a lápis, nanquim, por deposição eletrostática, sobre papel vegetal ou do tipo foscopel. Na produção destes originais eram utilizados recursos artesanais de desenho técnico e artístico, devido a inexistência ou indisponibilidade de recursos informatizados.

Os Arquitetos da época, entre os vários argumentos apresentados para a não adoção da tecnologia, afirmavam que as digitalizadoras ou os desenhos via cursor de teclado produziam um desenho “duro”, de baixa qualidade, e que o processo de criação encontrava pouco suporte nestas ferramentas.

Figura 27: Estação para CAD Turn Key - 1985

O croqui artístico servia como recurso de apoio à criação e permitia a previsão do resultado final dentro das expectativas da época para este tipo de desenho.

A qualidade das plotagens²⁸ era limitada, em comparação aos desenhos produzidos pelos desenhistas experientes, e os monitores de alta resolução não estavam disponíveis ou não eram viáveis economicamente. Encontravam-se disponíveis no mercado estagiários, estudantes de Arquitetura e mesmo Arquitetos recém formados que trabalhavam na produção dos desenhos 2D pelo processo artesanal por um custo relativamente baixo.

Os recursos de renderização ainda eram limitados na apresentação dos projetos, levando os Arquitetos a optarem pelas perspectivas aerografadas²⁹ ou produzidas com outras técnicas que atingissem a qualidade esperada. Os desenhos 2D eram a maior parte dos desenhos produzidos no dia a dia de um escritório.

Figura 28: Redução de um croqui em nanquim produzido pelo Autor em 1987

²⁸ Plotagem: Impressão de desenho ou texto realizada em plotter sobre papel ou outro material.

²⁹ Aerógrafo: Ferramenta que libera um jato de spray de dimensão reduzida e de grande precisão, permitindo efeitos gráficos de grande qualidade. Opera através de uma caneta de aço conectada a um recipiente de tinta e a um compressor de ar.

Figura 29: Projeto do Autor produzido com aerógrafo - 1994

Perspectivas detalhadas consumiam um tempo considerável para serem produzidas, mesmo as que continham somente linhas, e as aerografadas, ou produzidas com algum recurso de qualidade similar, eram utilizadas somente quando o projeto já estava pronto. Raramente eram utilizadas somente para estudos de etapas parciais de projeto. Maquetes confeccionadas com materiais diversos também eram utilizadas como ferramenta de visualização do projeto, mas, pelo seu custo, também eram utilizadas mais comumente em vendas e apresentações finais. Tais serviços eram geralmente solicitados a profissionais maquetistas que, apesar da qualidade oferecida, apresentavam orçamentos inviáveis para sua utilização em uma parcela considerável dos projetos.

Em relação ao desenho técnico artesanal, no item **1.2 OLIVEIRA (1993)** identifica diversos benefícios dos sistemas CADD para gerenciamento e projeto, porém, um aspecto não enumerado que merece nossa atenção é o processo de “downsizing”³⁰ pelo

³⁰ Downsizing: Termo que identifica um processo de redução do quadro de funcionários e da estrutura física das empresas, objetivando a redução dos custos, e ganho de produtividade

qual passaram os escritórios de Arquitetura. A produtividade trazida pelos programas CAD/CADD tornaram dispensáveis a maioria dos desenhistas copistas e dos projetistas que se limitavam basicamente a copiar e produzir pequenas intervenções em projetos.

O trabalho antes produzido por até cinco estagiários era agora produzido por um eficiente operador de microcomputador. As despesas com compra, aluguel, instalação e manutenção de amplos espaços também tornou-se desnecessária. Os custos indiretos de um escritório reduziram-se consideravelmente, contribuindo para aumentar a sua competitividade.

OLIVEIRA (1993) destaca no último item a importância de podermos produzir novas idéias em três dimensões, e é neste aspecto que encontramos uma das maiores inadequações dos programas de CADD genéricos para o projeto arquitetônico.

Devemos considerar que, durante a evolução de um projeto, diversas características podem mudar, e é justamente nestas mudanças que o CAD em duas dimensões começa a se parecer com o desenho convencional de prancheta. Pelo processo artesanal, diversos elementos do desenho precisavam ser redesenhadas na produção das plantas, elevações e cortes, incluindo a produção de margens, carimbos, tabelas e gabaritos diversos.

Uma forma de acabar com a redundância de entidades de desenho é trabalhar diretamente em três dimensões, pois desta forma planta, vista e corte são uma coisa só. Além disso a geração de modelos tridimensionais é atraente, pois o usuário recebe um modelo capaz de ser usado para gerar perspectivas, imagens fotorrealísticas e animações.

No entanto, as relações entre os componentes da obra não são resolvidos completamente ao se criar um modelo tridimensional. Ao contrário, podem até complicar, pois a edição de entidades geométricas em 3D é mais difícil que em 2D e o modelo contém mais entidades do que uma planta, já que é uma representação completa do edifício.

Por estas razões, muitos projetistas que consideraram trabalhar em três dimensões com sistemas CAD convencionais consideram este método pouco prático para gerar documentações de obra.

Ao compararmos os componentes de um mecanismo mecânico e os componentes de uma obra arquitetônica, reafirma-se a necessidade de aplicativos de modelagem sólida para Arquitetura. Observa-se que a modelagem de um edifício convencional não é complexa, e que o que distingue a aplicação para Arquitetura das outras (CAD mecânico) é a filosofia com a qual os problemas do projeto arquitetônico são conduzidos.

Pode-se observar a inexistência de um padrão de resolução da modelagem arquitetônica pelo computador, o que talvez esteja relacionado com o fato de que o projeto arquitetônico seja um processo com mais variantes do que o projeto mecânico, existindo também variações importantes entre profissionais, países, métodos construtivos, tipos de edifícios e filosofias de projeto.

Embora os sistemas CAD/CADD ainda não estivessem disponíveis, ou fossem inviáveis economicamente na primeira metade dos anos 80 em escritórios de Arquitetura no Brasil, diversos trabalhos administrativos poderiam ser auxiliados pelos então novos recursos informatizados. Assim, como em outras áreas profissionais, o computador foi introduzido nos escritórios de Arquitetura otimizando as rotinas administrativas através de equipamentos como o TK 82, TK 85, TK 2000, PCxt, IBM-PC 286,

Apple II e Macintosh. Não havia um padrão estabelecido, e nenhuma plataforma havia ainda superado as demais na preferência dos consumidores.

Os custos do hardware/software para CAD (proibitivos na época para a maioria dos Arquitetos), em conjunto com a pouca oferta e custo dos operadores qualificados de hardware/software, foram fatores importantes para compreendermos o atraso do ingresso dos recursos de informática nos escritórios de Arquitetura.

Como referência de custo podemos citar o microcomputador IBM-PC 286, oferecido no Brasil na época de seu lançamento por até US\$7,500.00 (sete mil e quinhentos dólares), e posteriormente o IBM-PC equipado com processador Intel 386 e monitor VGA ou SVGA, oferecido em fins dos anos 80 ao custo aproximado de US\$4,500.00 (quatro mil e quinhentos dólares).

Aliados aos fatores citados acima, devemos considerar também a posição profissional da maioria dos Arquitetos da época, refratários à introdução da nova tecnologia na sua prática diária de trabalho.

Entre os primeiros programas CAD a chegarem ao Brasil para uso em microcomputadores, e que foram utilizados em uma tentativa de substituir os processos artesanais, podemos citar o PRODesign, programa utilizado entre 1986/87 pelo Autor.

Este programa aceitava a entrada de coordenadas tanto via digitalizadores como por teclado. Este recurso de poder utilizar o programa sem a necessidade de digitalizadores ampliava o número de usuários, devido ao custo considerado ainda elevado do digitalizador. Necessitava somente de 5 disquetes de 5^{1/4}" para ser fornecido para instalação.

Seus recursos gerais, assim como os do AutoCAD em suas primeiras versões, eram bastante limitados ao compararmos com

os programas CAD atuais, e os desenhos produzidos ficavam muito aquém dos obtidos por métodos convencionais artesanais.

Figura 30: Plotagens realizadas em plotters de caneta em 1985

Suas principais vantagens estavam na capacidade já existente de aproveitarmos dados anteriores na produção de novos desenhos, bem como na possibilidade de imprimir-se, com considerável velocidade, os desenhos executivos de um projeto, que não necessitavam das qualidades que poderíamos definir como artísticas. Sua interface gráfica era pouco amigável, e bastante limitada em comparação aos padrões de hoje.

Figura 31: Plotagens realizadas em plotters de caneta em 1985

Os problemas com a apresentação foram aos poucos sendo superados por programas como o 3D Studio, criado para a

plataforma IBM-PC, que produzia renderizações e animações a partir de desenhos produzidos com suas próprias ferramentas ou importado do AutoCAD, pelo formato de importação/exportação de dados de padrão DXF. Através de uma placa gráfica especial instalada no microcomputador que possuísse uma saída de vídeo, o Arquiteto poderia transportar sua animação para um vídeo doméstico ou profissional, e apresentar para o seu cliente uma simulação do futuro edifício.

Mesmo as plotters de tamanho reduzido ainda eram muito caras para serem adquiridas pelos pequenos escritórios de Arquitetura e para os Arquitetos autônomos e, até 1993, ainda eram raros, fora dos grandes centros, os “bureaus” de plotagem que dispunham das plotters mais modernas.

Figura 32: Plotters tamanho A4

Diversas eram as dificuldades enfrentadas pelos usuários de microinformática nos anos 80, além das limitações de hardware e software. A tecnologia não era confiável como nos níveis de hoje, e frequentemente apresentavam problemas que necessitavam da presença de um técnico ou programador para uma substituição de hardware ou de reinstalação de software. Esta freqüente ocorrência de falhas provocava atrasos e prejuízos, sendo a solução mais comum a manutenção de desenhistas hábeis no escritório, com o

objetivo de complementar desenhos deficientes ou inacabados pelo computador/plotter.

Esta “reserva estratégica” é encontrada até em nossos dias, pois ainda hoje encontramos pranchetas de desenho em escritórios que já dispõem de plotters, reservadas para uma intervenção de última hora no projeto já plotado, que em geral é feita por estagiários.

Apesar de todas as dificuldades e limitações, os sistemas CAD foram sendo adotados aos poucos pelos escritórios de Arquitetura, inicialmente nos grandes centros urbanos. Em parte devido à relativa queda dos preços dos programas mas, também, graças às facilidades de compra de hardware no mercado paralelo de informática, que atendia a uma parcela de Arquitetos e outros profissionais ávida por consumir microcomputadores IBM-PC compatíveis, que não se importava em adquirir equipamentos sem marca ou sem documentação regular.

Não somente o custo do hardware foi um fator que dificultou o acesso aos melhores e mais modernos recursos informatizados. O custo elevado para aquisição de software para auxílio ao projeto arquitetônico sempre foi um fator que dificultou, e dificulta, o acesso destes recursos para a maioria dos Arquitetos no Brasil.

Como estes programas em sua grande maioria eram, e são, produzidos no exterior com seu preço estabelecido em US\$ (dólares americanos), o câmbio desfavorável e os impostos que recaem sobre a importação limitam ainda mais o número de Arquitetos que podem adquirir cópias legalizadas destes programas.

Outro aspecto relevante que incentivou a utilização dos sistemas CAD/CADD, em um número cada vez mais crescente, foi a relativa facilidade para a duplicação ou aquisição de cópias ilegais

de ambientes operacionais e de diversos programas, com baixo custo.

Os aspectos tecnológicos, da informática, e profissionais, dos Arquitetos, não foram os únicos que pesaram na balança na hora de optar por uma produção artesanal x produção digital de projetos, ou entre uma ou outra plataforma específica de hardware+software.

Os engenheiros civis já utilizavam entre fins dos anos 80 e o início dos anos 90, programas de cálculos diversos aplicados ao projeto. Os Arquitetos necessitavam, cada vez mais, compatibilizar seus dados analógicos com os dados digitais dos consultores diversos. Os engenheiros extraíam dados através das plantas digitais, em geral produzidas em versões diversas do AutoCAD, ganhando tempo e aumento da precisão no seu trabalho.

Ao considerarmos a relação profissional entre Arquitetos e Engenheiros Civis, compreendemos a necessidade da adoção, por parte dos Arquitetos, do uso de um programa CAD capaz de trocar dados sem maiores dificuldades com os programas utilizados pelos calculistas. Os formatos dos arquivos eram uma barreira para esta troca, que dependia da fidelidade dos dados convertidos para produzir os resultados esperados.

O AutoCAD e seus aplicativos para cálculos diversos foram, e são, largamente utilizados pela maioria dos engenheiros que prestavam, e prestam, serviços de cálculos diversos para os Arquitetos no Brasil. Em versões anteriores de diversos programas de CAD/CADD existiam grandes dificuldades para convertermos arquivos de formatos diversos para o formato DWG, o formato de extensão nativo do AutoCAD.

Com o passar do tempo, o formato DXF de desenho passou a ser adotado e utilizado como um formato “universal”, que seria capaz de padronizar a troca de dados gráficos entre diversos

programas CAD e também de ilustração. Entretanto, este padrão não era capaz de converter com fidelidade arquivos de tamanho grande e também, apresentava limitações e erros ao converter arquivos com desenhos tridimensionais complexos.

Assim, muitos Arquitetos optaram por trabalhar com um padrão que permitisse que seus arquivos transitassem entre diversos profissionais com segurança sem maiores problemas causados por conversões de dados imprecisas.

Ao considerarmos estes fatores técnicos e econômicos, começamos a compreender como determinados programas CAD foram adotados não somente pelas suas qualidades técnicas mas, também, devido a fatores como a sua capacidade de trocar dados com os programas utilizados por outros setores da construção civil. Obviamente, a disponibilidade no mercado paralelo de software por um custo mínimo e com sua capacidade total disponível, foi um fator que contribuiu para a adoção deste ou daquele software.

A opção pelo uso de um sistema de CAD genérico sem dúvida otimizou a velocidade de produção do projeto. Entretanto, programas de auxílio ao projeto arquitetônico muito utilizados nos escritórios de Arquitetura dos EUA ou Europa, como o Arris, Archicad ou VectorWorks, entre outros, são relativamente pouco utilizados no Brasil quando em comparação com o AutoCAD e seus inúmeros aplicativos. Tanto o ArchiCAD como o ARRIS necessitam de "hardlock"³¹ para funcionar, mesmo no primeiro mundo.

Cópias piratas do AutoCAD, programa que não necessita de hardlock para operar em sua versão vendida nos EUA³², encontram, em uma estrutura de produção de projetos com poucos recursos financeiros, um mercado muito promissor.

³¹ Hardlock: Chave física, hardware, ligada na parte traseira do computador, que impede que o programa funcione sem a sua conexão.

³² A única versão oficialmente vendida no Brasil, a versão traduzida para o português, necessita de hardlock para operar.

Nossa realidade profissional e econômica não somente diverge dos recursos disponíveis de software para Arquitetos de países de primeiro mundo, como também nos recursos de hardware.

No Brasil utilizamos, essencialmente, a plataforma IBM-PC compatível, rodando o ambiente operacional 98 ou ainda o Windows 95. Em alguns raros casos, Arquitetos utilizam o recente ambiente operacional Linux que embora disponha de planilhas, editores de texto e bancos de dados, entre outros programas, ainda não conta com aplicativos direcionados especificamente aos Arquitetos.

Nos países de primeiro mundo, o hardware preferencialmente utilizado pelos Arquitetos é o Apple Macintosh ou workstations, que no Brasil são acessíveis aos poucos Arquitetos que dispõem de grande estrutura física e financeira, em geral radicados em grandes centros.

Novas versões do Apple Macintosh tem sido lançadas a um custo relativamente mais baixo do que suas versões anteriores, e a disponibilidade atual de programas que trabalham nas duas plataformas permitem aos Arquitetos trabalharem em qualquer uma das duas praticamente sem limitações. A comunicação com profissionais de outras áreas que utilizem outras plataformas está sendo ampliada, e este não será mais um fator para a adoção desta ou daquela plataforma por parte dos Arquitetos.

Os Arquitetos precisam considerar o perigo, por parte dos *"early adopters"*³³, de lidarem com novos produtos, sistemas imaturos que ainda prometem mais do que realizam. Devemos considerar também o risco de adaptação e de dependência total de um produto, pois o desenvolvedor sempre pode desaparecer do mercado.

³³ Os primeiros a adotar novos programas e novas formas de trabalho.

A necessidade de locomover-se pela cidade contatando os profissionais consultores reduziu-se em muito devido à Internet. Hoje os arquivos podem ser enviados via rede, e o modem substitui o mensageiro ou o “motoboy” na maioria dos trabalhos de transporte de informações.

Projetos podem ser expostos via WWW³⁴, através de desenhos, fotos ou de animações produzidas em formatos VRML³⁵. O escritório de Arquitetura tende a reduzir-se fisicamente a cada dia.

Diversos profissionais do primeiro mundo e do Brasil já trabalham praticamente somente via rede, contatando seus projetistas que trabalham quase que somente em casa, enviando dados via e-mail³⁶. Os contatos profissionais são cada vez mais realizados na residência ou local de trabalho dos clientes, com o Arquiteto apresentando seu projeto em notebooks conectados a telefones celulares, ou em plotagens de alta resolução, realizadas na hora em microimpressoras portáteis, ou trazidas do escritório ou “bureau” de plotagem.

Graças à tecnologia dos “*wearable computers*”³⁷, que podem ser levados presos à cintura como um “walkman”, e que possuem a tela incorporada à um visor similar aos utilizados em sistemas de realidade virtual, operadores podem receber diretamente em seu posto de trabalho os dados e as instruções mais recentes.

As previsões indicam um caminho no qual a fusão da tecnologia celular, dos sistemas de cabo e da Internet, permitirão que os encarregados de uma obra caminhem através do edifício tomando medidas, vendo materiais e efetuando anotações aonde

³⁴ WWW: World wide web, a “teia” mundial de computadores.

³⁵ VRML: Virtual Reality Modeling Language. Linguagem que permite a modelagem em 3D na internet.

³⁶ E-mail: Mensagem transmitida através da internet, podendo conter diversos tipos de dados.

existirem problemas. Esta tecnologia já existe, e a tendência é a da queda do preço de sua aquisição para o mercado arquitetônico.

O processo de utilização de um sistema deste tipo seria mais simples do que o utilizado hoje, pois elimina várias etapas, incluindo a preparação de planos, sua plotagem, reprodução, transporte e atualização.

Seguem as considerações do arquiteto Siegbert Zanettini, fornecidas para esta Dissertação em 1998, sobre o impacto das novas tecnologias em sua produção:

"1. Em relação ao impacto que os computadores trouxeram aos escritórios de arquitetura:

Um aspecto muito importante na modificação do processo de trabalho foi a alteração na estrutura de trabalho da equipe. Antes do computador, as equipes eram mais verticalizadas e estruturadas hierarquicamente: sob o comando do arquiteto titular, existindo as figuras de arquiteto coordenador, arquiteto senior, arquiteto júnior, projetistas e desenhistas.

Com a introdução dos computadores nos escritórios de arquitetura, a equipe ficou mais enxuta. Normalmente o arquiteto titular atua junto com o arquiteto colaborador que desenvolve tecnicamente todo o projeto, implicando na redução da estrutura vertical anteriormente existente.

Ocorreu também a diminuição da equipe e a aceleração da produção de projetos.

2. Praticamente todo o desenvolvimento do projeto já é feito no computador: estudos de massa, estudo

³⁷ Computadores que podem ser “vestidos”.

preliminar, anteprojeto já são feitos na máquina. A maquete tridimensional foi substituída pela maquete eletrônica. Com o computador, organizaram-se as "bibliotecas" integradas a padronização do desenho e da apresentação para o Cliente que recebe um "book" com uma qualidade final muito mais completa que anteriormente.

3. Este escritório introduziu o computador em seu trabalho já na década de 80. O projeto da sede da Zanettini foi o primeiro projeto a ser feito em "AutoCAD". Os primeiros computadores eram 286 e não eram ligados em rede. Atualmente o escritório conta computadores Pentium, ligados em rede, em todos os setores do escritório: atelier, administração, marketing e comunicação.

4. Deve-se levar em consideração, que o sistema computadorizado e o trabalho para novos membros da equipe, inclusive estagiários, tendo em vista que, cada arquiteto ou estagiário utiliza a máquina em tempo integral e isso requer um custo mais alto.

5. Uma das conseqüências desta transformação na produção foi a necessidade de maior exigência técnica e teórica dos profissionais envolvidos, mas mantendo o valor da hora técnica.

6. Os computadores operam com o processador Pentium e os programas mais usuais são:

- AutoCAD R14*
- Corel Draw 7.0*
- Photoshop 4.0*
- Windows 95*
- Page maker 6.5*

- *Publisher 97*
- *outros aplicativos do Office 97*

7. Hoje, o escritório está equipado com impressoras a jato de tinta, scanners, fax modem.

Estão conectados à rede de Internet e os arquivos são enviados por e-mail a todas as empresas coligadas, fornecedores, prestadores de serviços e clientes."

O projeto do Credicard Hall, do escritório Aflalo & Gasperini, foi desenvolvido com a colaboração de profissionais de outros países, que trocaram informações através da Internet. Foram contatados especialistas americanos de teatro e auditório, e também um especialista em acústica francês, entre outros.

Foram utilizados os programas AutoCAD, aliado ao aplicativo Degraph, da Datagraph, o 3D Studio e também bibliotecas desenvolvidas pelo escritório.

Figura 33: Credicard Hall - São Paulo

Segundo ROZETTI apud CAdesign (1998)³⁸, coordenadora da área de computação gráfica do escritório:

"O computador ajudou muito no cálculo de áreas e na precisão, além de permitir um projeto executivo mais detalhado, com informações mais precisas e simples".

Como poucos dos Arquitetos com mais de 40 ou 50 anos dominam algum programa CAD surgiu, aos poucos, dentro dos escritórios de Arquitetura, a figura do "ghost designer" ou "ghost graphic". Trata-se de um profissional que opera a máquina, finalizando as idéias do Arquiteto Autor, contribuindo de vez em quando como colaborador.

Segundo o Arquiteto Ciro PIRONDI, que mantém "ghostdesigners" em seu escritório:

"O computador é uma máquina esperta, mas não cria nada".

Existem também Arquitetos totalmente independentes na utilização de programas CADD, como o Arquiteto Eduardo Sampaio Nardeli, chefe do laboratório de Computação Gráfica da Faculdade de Belas Artes de São Paulo e professor de Computação Gráfica e de Projeto da Faculdade de Arquitetura do Mackenzie, em São Paulo.

Segundo ele existem três posturas diferentes dos Arquitetos diante dos computadores:

- aqueles que acreditam que o computador limita a criatividade, devido ao leque de possibilidades disponíveis

³⁸ ROZETTI, Márcia Soares apud Revista CAdesign, São Paulo, n.º 37, p20.

de cores e formas a serem trabalhadas, que levariam o Arquiteto a pensar que o projeto é uma somatória de possibilidades e não a síntese de um processo criativo.

- os que compreendem o computador como uma ferramenta que não competem com a sua criatividade
- e os que compreendem o computador como um recurso que estimula a criatividade do arquiteto

Para Nardelli, o Guggenheim Museum de Bilbao, na Espanha, não poderia ter sido projetado e construído, sem a ajuda do computador, em um prazo inferior a 35 anos utilizando somente papel e caneta.

O escritório Roberto Candusso Arquitetos Associados foi um dos primeiros a trocar as pranchetas por computadores, especificamente os microcomputadores Apple Macintosh.

Segundo Candusso:

"Faço cem por cento dos meus projetos no computador, desde o esboço. Só rabisco no papel quando ainda não sei exatamente o que quero e fico procurando a idéia".

Candusso afirma que produzir desenhos no papel seria perda de tempo, e além disso esclarece que o seu escritório precisaria de pelo menos três vezes mais espaço físico para alocar pranchetas e papéis.

Ainda segundo Candusso:

"O computador sozinho não cria, mas aumenta a criatividade, na medida em que dá chances de testar mais possibilidades. Às vezes estou projetando um prédio, todo mundo entra, dá palpite, mas eu não reclamo de ter que trabalhar testando mais cores,

texturas e acabamentos, porque o computador é muito veloz, é uma lapiseira fantástica”.

Para Paulo MALHEIROS (1997), Arquiteto e consultor da revista CAdesign, existe tanta polêmica sobre o uso de CAD em projetos de Arquitetura porque a maioria dos profissionais encara a informatização como um fim, perguntando se a informática melhora ou não o projeto arquitetônico.

Segundo MALHEIROS (1997):

"A eficiência na informatização só virá se a transformação for bem planejada, com investimentos seguros e direcionados e, acima de tudo, com profissionais adequadamente capacitados a operar os programas”.

Outros profissionais do setor de construção civil tem se mostrado mais amparados pelas novas tecnologias.

Especialista em cálculo para edificações, a empresa GB usa basicamente dois programas, o AutoCAD para os desenhos e o TQS para cálculo e geração de desenhos de estrutura. Segundo a GB, basta fornecer a resistência do concreto, que pode ser de 180, 220 ou 300, e o computador recalcula e redimensiona rapidamente toda a estrutura para o novo tipo de concreto.

Figura 34: Projeto de Roberto Candusso Arq. Assoc.

Segundo o proprietário da empresa, o engenheiro BERTONI (1997) apud D'ISSY (1997)³⁹:

"Com o computador testo diversos tipos de concreto, optando por vigas e pilares menores, economizando concreto, sem deixar de atender aos padrões de segurança e resistência exigidos pelas normas técnicas"
(BERTONI, 1997, p.35)

De acordo com a engenheira civil Dulcimar da Cunha MATOS, da DC Matos Engenharia e Consultoria, especializada em estrutura

³⁹ BERTONI, Gilberto (1997) apud D'ISSY, Marie. *Construção civil ganha agilidade com programas CAD e CAE*. Revista CADdesign, São Paulo, n.º 14, p.35-39p.

de edificações, o computador reduziu à metade o tempo do projeto da estrutura de edifício médio, que levaria dois meses se fosse feito à mão. Na DC MATOS utilizam-se os programas AutoCAD e SAP90.

O engenheiro Flavio TOPA, da Topa Engenharia, coloca que a “limpeza” dos detalhes arquitetônicos que não interessam para as plantas elétrica e hidráulica, que levava uma semana na prancheta, no computador é feito em um dia. Reafirma as vantagens da informatização em sua área, destacando a padronização dos desenhos e a possibilidade de criação de bibliotecas de peças repetitivas: luminárias, tomadas, painéis elétricos, conexões, tubos, etc.

D'ISSY (1997) relata ainda as experiências de construtoras como a Engevix, Figueiredo Ferraz, Promon e CBPO realizam no computador verificações de interferências das instalações de água, luz, telefone, esgoto e vias onde passam veículos, bem como o desenvolvimento do canteiro de obras, dos estudos para escavação do terreno, criação de metodologias de construção (como executar cada etapa), e gerenciamento.

Para o gerente de engenharia da CBPO, Aluizio Bonfim MARGARIDO:

“Diminuímos os problemas de montagem provocados por estruturas metálicas com medidas diferentes das exigidas, com interferências com redes públicas e com locação da obra, que só eram detectados durante a execução da obra”.

O Arquiteto DUARTE (1998)⁴⁰ destaca as novas possibilidades dos programas que abandonam a evolução vertical e se abrem para outros programas, em uma ampliação horizontal de possibilidades.

DUARTE (1998) cita a experiência realizada com o Arquiteto Eric Owen Moss que, a convite do Conselho da Ordem dos Arquitetos do Principado de Mônaco (CO-APM), propôs a construção do saguão de abertura do festival anual de arte eletrônica Imagina.

Eric Moss jamais foi à Mônaco, e a condição era a de que ele não a visitasse durante o projeto. A equipe de Monte Carlo criou um ambiente de trabalho através da Internet, no qual podiam compartilhar fotos, mapas, plantas, tabelas de cálculos e vídeos da área do Mediterrâneo, além de, através de sistema de videoconferência, discutirem o trabalho.

As transformações dos programas destinados à Arquitetura, sobretudo os CAD, sempre foram internas, levando o usuário a incrementar seus projetos através da exportação do arquivo original para outros programas. Como as atividades de exportação e de importação de arquivos entre os programas raramente eram perfeitas, perdíamos horas exportando e importando arquivos.

Atualmente encontramos novas gerações de programas que trazem como avanço canais de comunicação abertos. Agora é possível um tráfego maior entre os arquivos, com qualidades distintas, entre diferentes ambientes de trabalho. Hoje, os programas de CAD incorporam tratamento de texto, aceitam imagens rastreadas (Raster), e fazem conexões pela Internet a inúmeros bancos de dados e imagens.

⁴⁰ DUARTE, Fabio. Abrem-se as comportas. Revista CAdesign, São Paulo, n.º 31, 1998. p.70.

DUARTE (1998) coloca que vários Arquitetos dispensaram os programas CAD justamente pela incomunicabilidade e por serem ambientes de trabalho próximos da prancheta.

O Arquiteto Frank O. Gehry adotou o software CATIA que é capaz de captar pontos em maquetes construídas pelo Arquiteto, através de scanner 3D a laser, além de simular outras possíveis formas tridimensionais, elaborar as mais adequadas representações geométricas e determinar especificações construtivas.

Para o projeto do Disney Concert Hall, DUARTE (1998) afirma que Gehry conectou seus computadores com a indústria de corte de pedras da Itália. Diretamente dos modelos tridimensionais criados pela equipe de Gehry, as informações migravam para a Itália onde, por comparação às pedras existentes, o computador calculava a melhor maneira de corte da pedra, economizando material.

Estes exemplos (Mônaco e Guggenheim) mostram uma necessidade que é presente em diversos países, onde equipes técnicas estão baseadas por vezes em continentes distantes, operacionalizando projetos em outros locais.

Para DUARTE (1998), a nova geração de programas deixa de se preocupar com a evolução vertical das versões e abre suas portas para outros programas, investindo numa ampliação horizontal de possibilidades para os usuários.

Programas mais recentes no mercado, como o Form-Z ou o Infini-D, originários do Macintosh e disponíveis para IBM-PC, dão apoio à tarefa de criar volumes básicos e estudos preliminares. As ferramentas de apoio ao processo de criação do projeto arquitetônico, que sempre foram um dos pontos fracos destes sistemas, começam a sair da infância.

Figura 35: Museu Guggenheim de Bilbao

Figura 36: Museu Guggenheim de Bilbao

Muitos são os recursos que foram acrescentados nestes, aproximadamente, 15 anos em que dispomos de tecnologias CAD para microcomputadores no Brasil. O hardware e os programas tornaram-se mais confiáveis, relativamente mais baratos, e o número de usuários aumentou.

Hoje, encontramos estas ferramentas sendo ensinadas em cursos de Arquitetura como substituto para os processos artesanais de desenho técnico arquitetônico, embora alguns cursos ainda utilizem os processos antigos e contraproducentes dentro das

disciplinas de projeto, por não dominar ainda esta tecnologia e desconhecer o seu alcance real.

2.4.4 Programas CAD encontrados no mercado

Diversos são os programas encontrados para o auxílio ao projeto arquitetônico e de outros tipos de projetos. Segue uma relação dos principais programas CAD/CADD e de outros aplicativos de Arquitetura e Engenharia:

- ARRIS
- ARCHICAD
- ARCHITRION
- ArchiPLUS
- AutoCAD e Aplicativos para AutoCAD⁴¹
 - a. Arqui_3D - Projetos arquitetônicos
 - b. ARCHIBUS - Administração de “lay-out” e equipamentos
 - c. GENIUS - Projetos mecânicos
 - d. Modula 3D - Projeto e orçamento de ambientes de móveis modulados
 - e. Stand 3D - Projeto de estandes para feiras
 - f. Autoarchitect - Projetos arquitetônicos
 - g. AutoCAD MAP - Sistemas de Informação Geográfica e mapeamento integrado
 - h. Auto Electric - Projetos elétricos para edificações
 - i. Auto Hidraulic - Projetos hidráulicos para edificações
 - j. Optegra TDM-Lite - Gerenciador de dados
 - k. Architettuss - Projetos arquitetônicos em 2D
 - l. Auto Info - Geoprocessamento

⁴¹ Aplicativos são programas que complementam um software de CAD de uso genérico (AutoCAD e Microstation), adequando-o a uma disciplina específica como a arquitetura.

- m. SoftEngine - Acelerador de visualização
- n. Accurender 2.1 - Render e animação
- o. SAP90 - Cálculos de estrutura
- p. 3D MAX 3.0 - Render e animação
- CAD32
- CAD ME10 for Windows
- CADABRA
- CadKey
- MicroStation e Aplicativos para MicroStation
 - a. Cosmos - Análise de elementos finitos
 - b. Modeler II - Modelador de sólidos
 - c. Draftpack - Desenho mecânico (ISO, ANSI, DIN, JIS e KS)
 - d. Field - CAD para uso em campo
 - e. Power Architect - Projetos arquitetônicos
 - f. TeamMate - Gerenciador de desenhos
 - g. Descartes - Manipulador de mapas
 - h. GIS MicroStation Geographics - Aplicativo para Sistemas de Informação Geográfica
- MicroStation Triforma - CAD para construção.
- Vector Works (antigo MiniCAD)
- UniCAD Parametric
- Visual CADD
- Symatron It 7.0
- Zen Grafik 3D Modeler
- Unigraphics
- Cosmos/M - Aceita aplicativos para análise de tensões e deformações, verificação de fadiga de materiais, cálculo de vibrações e de redução de peso.
- HELIX - Modelagem de sólidos.
- Copy CAD2 - Desenvolvedor de moldes.

- AltoQi Eberick - Projetos de edificações em concreto armado.
- PDS / Plant Design System - Projetos para instalações de indústrias de processos.
- SolidWorks97 - CAD mecânico modelador de sólidos (paramétrico).
- I-DEAS Master Series - Sistema integrado CAE/CAD/CAM/CAT.
- Solid Edge - Modelador de sólidos.
- Mechanical Desktop - Ferramenta de projeto mecânico (modelagem de sólidos paramétricos).
- Pro/Jr - Modelamento de sólidos tridimensionais paramétricos.
- CATIA/CADAM Solutions - CAD e modelador tridimensional.
- Design Post Drafting - Aplicativo CAD orientado a objetos para Windows.
- AutoPlant - CAD/CAE para área industrial, projetando tubulações, instrumentação, elétrica, equipamentos industriais, estruturas metálicas industriais.
- CypeCAD 3D - Análise, dimensionamento e desenho 3D, fôrmas, vigas, pilares, lajes, fundações.

2.4.5 Renderizações de programas CADD

Entre os recursos mais utilizados para a apresentação de projetos para os clientes, as ferramentas de renderização certamente estão entre as mais procuradas.

Seguem algumas renderizações selecionadas e retiradas dos sites dos fabricantes dos programas. Algumas delas foram geradas com o auxílio de programas complementares.

Figura 37: ARRIS

Figura 38: ARRIS

Figura 39: ArchiCAD

Figura 40: ArchiCAD

Figura 41: ARRIS

Figura 42: ARRIS

Figura 43: 3DMax 2.5

Figura 44: 3D VIZ

Figura 45: MicroStation Triforma

Figura 46: MicroStation Triforma

Figura 47: MicroStation Triforma

2.5 Sistemas Informatizados de Interesse para os Arquitetos

2.5.1 Workflows

O trabalho realizado em um escritório de Arquitetura ou em uma construtora necessita de muitos documentos que servem de fonte de informações sobre o projeto a ser realizado, e a produção deste resulta em considerável quantidade de documentos gráficos, planilhas e outros. Para auxiliar o trabalho de gerenciar estes dados surgiram os “workflows”, programas que podem reunir em um banco de dados os seguintes itens:

- desenhos realizados no CAD
- cálculos de custos de projeto, produzidos em planilhas
- relatórios feitos em um editor de textos

Entre as principais vantagens na sua utilização podemos citar a economia de tempo na organização destes documentos, bem como a facilidade de acesso visual destes dados através de um “preview”, e a segurança dos dados.

Através de recursos de rede, os workflows podem atualizar os desenhos de um setor da empresa, gerar automaticamente arquivos HTML⁴² para publicação na World Wide Web, e fazer download de desenhos de CAD existentes também na WWW.

2.5.2 Sistemas Simuladores de Processos

Sistemas de simulação são aqueles que permitem a visualização de layout, funcionamento de uma fábrica, escritório,

⁴² HTML: Hypertext Markup Language. Linguagem para a produção de arquivos de hipertexto que permite a utilização destes arquivos na world wide web.

canteiro-de-obra ou hospital, podendo simular processos e dimensionar seus custos, tempos de operação e de produção, necessidades de pessoal, de materiais e de equipamentos.

Estes sistemas podem operar em conjunto ou independentemente dos sistemas CAD, gerando respostas visuais e numéricas sobre o funcionamento do processo simulado.

Segundo COSTA (1997)⁴³, alguns programas de simulação que permitem sua utilização independente dos sistemas CAD podem oferecer resultados otimizados quando integrados com programas de CAD:

"As simulações de projetos ganham mais recursos de visualização e maior precisão quando combinadas com os programas de CAD."

(COSTA, 1997, p.26-29).

Ainda segundo COSTA (1997), simulações realizadas com o programa Arena sobre um modelo gráfico gerado no programa AutoCAD facilitaram inclusive a compra do terreno aonde a empresa Faber-Castell vai construir uma fábrica na Costa Rica, na América Central.

Segundo MENEGON (1997)⁴⁴, os sistemas trabalhando em conjunto auxiliam a prever e a solucionar problemas.

Sistemas de simulação de processos podem ser usados para simular qualquer processo, bancário, administrativo ou hospitalar. O programa MedModel foi utilizado no hospital Albert Einstein de São Paulo/SP para determinar a quantidade exata de funcionários

⁴³ COSTA, Miguel Antonio Bueno da. Coordenador do grupo de pesquisa Simucad - Simulação & CAD, do departamento de Engenharia de produção da Universidade Federal de São Carlos/UFSCar. Revista CAdesign n.º 20. Ed. MarketPress, São Paulo, pp. 26-29.

⁴⁴ MENEGON, Nilton Luiz. Coordenador do grupo de pesquisa Simucad - Simulação & CAD, do departamento de Engenharia de produção da Universidade Federal de São Carlos/UFSCar. Revista CAdesign n.º 20. Ed. MarketPress, São Paulo, pp. 26-29.

necessários para que o seu atendimento funcionasse sem filas e com mais qualidade.

Segundo FUSCO (1997)⁴⁵, as informações organizadas e as simulações realizadas pelo programa MedModel permitiram que o hospital dimensionasse a taxa de ocupação e a necessidade exata de pessoal (médicos, enfermeiros e atendentes), salas de atendimento e leitos para que o Albert Einstein mantivesse a qualidade de seus serviços.

Figura 48: Imagens geradas no Factory 5.0

A empresa PLASCAR, fabricante de volantes, pára-choques, e outros produtos, utiliza o programa Arena e o AutoCAD para simular seus processos.

Segundo KROKEN (1997)⁴⁶, o uso das simulações aumentou a produtividade dos processos analisados entre 20% e 30%. E reduziram os estoques em 30% a 40% e também a necessidade de mão-de-obra.

2.5.2.1 Vantagens da utilização de sistemas de simulação

⁴⁵ FUSCO, Alberto Cruz Gianelli. Chefe de processos e métodos do hospital Albert Einstein. Revista CAdesign n.º 20. Ed. MarketPress, São Paulo, pp. 26-29.

⁴⁶ KROKEN, Oliver. Coordenador de tecnologia da empresa PLASCAR. Revista CAdesign n.º 20. Ed. MarketPress, São Paulo, pp. 26-29.

Entre as diversas vantagens da utilização de sistemas de simulação, podemos citar:

- Simulações de operações e de mudanças de fluxos de materiais, componentes e de processos
- Redução dos custos de manipulação de materiais e componentes
- Maximização da proximidade dos departamentos
- Racionalização dos espaços
- Aumento da segurança no trabalho
- Tratamento de questões ergonômicas do sistema produtivo
- Dimensionamento adequado da necessidade de mão-de-obra, veículos e equipamentos

2.5.2.2 Softwares de Simulação de Processos de Produção/Operação

Entre os programas de Simulação de Processos de Produção / Operação existentes, podemos citar:

- Arena - Desenhos em 2D
- AutoMod - Desenhos em 2D e 3D
- Factory 5.0 – Blocos 2D/3D, criação de símbolos, controle de armazenamento, cálculo de custos para implantação dos equipamentos especificados no projeto
- Procad WERK - Distribuição e racionalização de pré-moldados, orientações sobre a distribuição automática de peças pré-moldadas desenhadas em sistemas CAD
- Promodel - Desenhos em 2D
- MedModel - específico para hospitais
- TransCAD
- Virtual Construction

2.5.3 Sistemas de Informações Geográficas - SIG

Sistemas de Informações Geográficas - *SIG* - são utilizados para manipular, cruzar, analisar e exibir os resultados da associação dos dados gráficos (fotos, plantas) e descritivos (planilhas, textos) armazenados em bancos de dados.

Segundo GRANEMANN (1997)⁴⁷, geoprocessamento pode ser compreendido como sendo:

"(...) o conjunto de tecnologias que associa a coleta, o tratamento e o uso de informações através de dados geográficos digitalizados."

(GRANEMANN, 1997, p.34)

Arquitetos, engenheiros e profissionais relacionados (*geógrafos, geólogos, ambientalistas, gerentes de marketing e de distribuição*), desenvolvedores de projetos que manipulam dados geográficos, utilizam algum tipo de GIS⁴⁸, ou através de soluções para GIS baseadas em sistemas CAD⁴⁹ ou baseados em sistemas GIS autônomos.

Imagens de satélite são freqüentemente utilizadas no SIG, sendo que as mais utilizadas no Brasil são obtidas através do satélite norte-americano Landsat e do satélite francês Spot⁵⁰.

O Inpe⁵¹ é o responsável pela recepção, gravação das imagens dos dois satélites e pela comercialização aos usuários do Landsat. A comercialização das imagens do Spot é realizada pela Intersat.

⁴⁷ GRANEMANN, Emerson Zanon. A terceira onda da informática. CAdesign n.º 5, Ed. MarketPress, São Paulo, pp.34-35.

⁴⁸ GIS: Geographic Information System, ou SIG: Sistema de Informação Geográfica

⁴⁹ CAD: Computer Aided Design, ou Projeto/Desenho Auxiliado por Computador

⁵⁰ Fonte: Satélites geram imagens para GIS. CAdesign n.º 10, Ed. MarketPress, São Paulo,

Entre as aplicações das bandas do satélite Landsat TM-5 podemos destacar:

- estudos de sedimentos na água
- mapeamento de águas costeiras
- mapeamento de estradas e de áreas urbanas
- mapeamento de vegetação
- diferenciação de espécies vegetais
- levantamento da biomassa
- delineação de corpos d'água
- umidade da vegetação
- "stress" térmico em vegetação
- propriedade termal do solo
- estudos de rochas e minerais

CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS CADD

3.1 Avaliação realizada no Brasil

Uma experiência de avaliação de sistemas CADD no Brasil foi realizada pela Universidade Federal de Santa Catarina, que realizou uma análise comparativa de desempenho na elaboração dos elementos mais utilizados em Arquitetura, para auxiliar a escolha dos usuários na compra de sistemas CADD.

Foram comparados os programas:

- Unacad/Cadabra V6.6
- DataCAD, CAD32 S24
- AutoBuilder V2.45
- Arqui_3D para AutoCAD Release 13

O estudo partiu da constatação de que diante das diversas opções de sistemas CAD existentes no mercado, inclusive os CADD, os profissionais do setor nem sempre se atém às suas reais necessidades antes de efetivar a compra.

De acordo com o relatório da Universidade, há dois aspectos fundamentais a serem observados na hora de optar por um software: seu potencial e a facilidade de uso.

Para MARIM (1997)⁵², organizador da pesquisa:

"Principalmente nos sistemas CAD, considerados de difícil utilização, a interface assume um papel importante, já que influencia na sua popularização".

(MARIM, 1997, p. 58)

Os programas escolhidos deveriam executar vinte tarefas representadas pelos elementos mais usuais, apresentados em visualizações 2d e 3D. Ao longo da avaliação foram verificados os itens:

- Precisão
- Interface
- Metodologia de resolução da tarefa
- Tempo
- Facilidade de uso e linguagem

Segundo MARIM (1997), com o progressivo conhecimento dos programas, muitos desses sistemas apresentaram características que iam além do que se estava avaliando, e as tarefas, que deveriam verificar somente o que o software poderia ou não realizar, acabaram por determinar qual o grau de automatização em que elas poderiam ser concretizadas.

Ao fim da avaliação, todos os programas haviam cumprido a etapa, cada um com uma forma específica de abordagem da tarefa arquitetônica.

O idealizador da pesquisa destacou que os aperfeiçoamentos nesses sistemas são freqüentes, e que os resultados referem-se somente às versões analisadas.

⁵² MARIM, Marcelo. *Universidade avalia sistemas para projetos arquitetônicos*. Revista CADdesign, São Paulo, nº 20, p.58-59p.

Maiores dados sobre esta avaliação não foram disponibilizados, bem como dados mais precisos sobre os avaliadores, operadores de programas, projetos específicos solicitados e maiores informações sobre os critérios específicos detalhados. Tais dados são de fundamental importância quando consideramos as diversas variáveis que podem influenciar o resultado de uma avaliação com estes objetivos.

3.2 Avaliação realizada no exterior

A avaliação de programas CADD arquitetônicos denominada **“Designers 3D CAD Shootout for Architectural CADD Systems”** foi a que obteve maior destaque e reconhecimento pela sua dimensão, utilidade e seriedade, por parte da imprensa especializada, produtores de programas e Arquitetos.

Em sua quarta edição realizada neste ano, reuniu para avaliação os programas ArchiCAD (1º lugar), ARRIS (2º lugar), AllPlan (3º lugar), ArchTEC.PC (?º lugar), DataCAD (?º lugar) e VectorWorks, o antigo MiniCAD (?º lugar).

No ano passado, participaram ainda os programas MicroStation Triforma (3º lugar), BuildersCAD (7º lugar), Autocad Architectural Desktop (9º lugar) e o DenebaCAD, que ficou em último lugar entre as dez equipes participantes.

No site do evento deste ano, encontramos diversas informações que estão disponibilizadas a seguir.

Neste ano, centenas de Arquitetos puderam observar doze peritos desenhando um projeto completo na frente dos juízes e da audiência em três horas. Cada equipe contava com dois computadores e dois operadores / projetistas enviados pela própria empresa de software.

Cada empresa poderia participar com somente um programa. Aplicativos como, por exemplo, o 3DMAX utilizado para renderizar desenhos gerados no AutoCAD, não poderiam ser utilizados.

Os juízes votaram em todas as categorias estabelecidas e os membros da audiência também votaram, juntamente com os observadores via Internet, somente na categoria de melhor programa CADD geral.

O trabalho principal dos juízes era verificar e acompanhar se as equipes produziam o que foi solicitado. Em segundo lugar,

verificavam 20 itens a serem checados sobre os recursos dos programas, e em terceiro, consultar a audiência sobre qual era o melhor programa entre os competidores.

Os juízes deste ano foram:

- Peter Anders – Arquiteto, escritor - MindSpace.net
- Greg Barriere, AIA - Arquiteto - Barriere Design Associates
- Jerry A. Laiserin, AIA, MBA, IFMA - Arquiteto, Consultor - The Laiserin Group
- Geoffrey Moore Langdon, AIA - Arquiteto / Consultor em CADD Arquitetônico / Professor / Author - Architectural CADD
- Matthew Lohden - Consultor em CADD Arquitetônico - Lohden Steele Consulting
- Kevin Matthews, AIA - Arquiteto, Presidente - Artifice Inc.
- Sandro Sozzi - Arquiteto - ItalyDesign
- Michael Tardif - AIA – Grupo de Interesse Profissional Coordinator - CAP - Computer Aided Practice
- Arnie Williams – Editor chefe - Cadence Magazine
- Edward Goldberg R.A. - HEGRA Arquitetos - Registered Arquiteto / Projetista industrial / escritor

O projeto solicitado foi um Resort Clubhouse em Orlando, Florida/EUA. Sendo um tema caribenho, o projeto deveria ter paredes de reboque aparente com calçadas de pedra, arcadas, 20.000 pés quadrados, e uma piscina com ponte de pedra entre outras coisas. Cada equipe deveria produzir animações profissionais, perspectivas, plantas 2D, cortes, elevações e detalhes.

Neste ano foram treze as categorias estabelecidas para avaliação, sendo elas:

1. Planta baixa
2. Elevações e cortes
3. Perspectivas coloridas
4. Renderizações
5. Animações
6. Modelagem 3D
7. Construção de detalhes 2D
8. Projeto completo
9. Colaboração pela rede
10. Utilidade
11. Facilidade de usar
12. Funções paramétricas para Arquitetos
13. Modelagem inteligente

Também foram realizadas pequenas “Intervenções” no trabalho das equipes, de dois minutos cada, dentro das quais os juízes solicitaram que fossem produzidos ou alterados objetos específicos, com o objetivo de detectar as capacidades reais e gerais dos programas para aproveitar partes já criadas, bem como observar suas maiores qualidades.

Seguem as categorias deste ano, bem como os seus respectivos resultados e comentários.

3.2.1 Planta baixa

Sabe-se que todos os programas de CADD arquitetônico podem auxiliar o Arquiteto a desenhar plantas baixas. Esta categoria mediu duas coisas: a primeira, o quão facilmente um projetista pode criar plantas adequadas (com relação às paredes paramétricas, etc., durante as Intervenções); a segunda, o quão

completas e compreensíveis são as plantas criadas para o Resort Clubhouse (as quais foram novamente um indicador do quão fácil e rapidamente as plantas podem ser criadas).

Figura 49: Classificação no item planta baixa

3.2.2 Elevações e cortes

Neste item os juízes observaram com que facilidade, rapidez e precisão os projetistas podem gerar as elevações e cortes do projeto.

Figura 50: Classificação no item elevações e cortes

3.2.3 Perspectivas coloridas

Este item classifica os programas pela rapidez, precisão e resolução das perspectivas obtidas com as ferramentas de produção de perspectivas coloridas.

Figura 51: Classificação no item perspectivas coloridas

3.2.4 Renderizações

Neste item observou-se a qualidade das renderizações, que podem ser obtidas além dos recursos mais rápidos porém mais limitados do item anterior.

Figura 52: Classificação no item renderizações

3.2.5 Animações

Este item mede a rapidez, precisão e qualidade das animações produzidas pelos programas.

Figura 53: Classificação no item animações

3.2.6 Modelagem 3D

Este item mede o quão simples e preciso podem ser os recursos para modelagem avançada em 3D.

Figura 54: Classificação no item modelagem 3D

3.2.7 Detalhes 2D

Para os detalhes de construção em 2D, os juízes solicitaram, durante a competição, que as equipes produzissem um detalhe específico extraído do projeto (todos os programas CADD testados possuem bibliotecas de detalhes padrão), para verificar se o mesmo foi adequadamente dimensionado, identificado e cotado.

Não era a intenção dos juízes transformar a competição em um desafio de desenho 2D, mas verificar se detalhes 2D podem realmente ser extraídos automaticamente do modelo arquitetônico.

Foi solicitado um detalhe de um corte que atravessou o parapeito do deck do restaurante, mostrando a galeria e o piso de pedra.

Figura 55: Classificação no item detalhes 2D

3.2.8 Projeto Geral

Este item mede a qualidade geral do projeto produzido, através dos desenhos, cotas, símbolos, textos, tabelas, imagens e facilidade de compreensão.

Figura 56: Classificação no item projeto geral

3.2.9 Colaboração pela rede

Este critério mede a capacidade do programa para permitir o trabalho pela rede, através do trabalho simultâneo e da capacidade de enviar e abrir arquivos via Internet.

Figura 57: Classificação no item colaboração pela rede

3.2.10 Utilidade (Value)

Este item mede a versatilidade do programa, verificando a sua capacidade de oferecer recursos úteis ao Arquiteto e não somente recursos pouco utilizados.

Figura 58: Classificação no item utilidade

3.2.11 Facilidade de uso

Este item mede a facilidade de uso do programa, por meio da sua interface e do número de comandos necessários para executar uma tarefa.

Figura 59: Classificação no item facilidade de uso

3.2.12 Funções paramétricas para Arquitetos

Esta é uma categoria particularmente importante – e é quando a competição pela taça Architectural CADD realmente começa – pois mede o quanto os projetistas de programas adaptaram o software para as necessidades especiais dos arquitetos.

Figura 60: Classificação no item funções paramétricas para Arquitetos

3.2.13 Modelagem Inteligente

Esta categoria é um importante indicador da direção que a indústria está tomando – parâmetro de mudança da transição das macros (que substituem as linhas e arcos ou faces 3D) para todos os novos caminhos de trabalho com objetos arquitetônicos inteligentes (que são parametricamente alteráveis) e que, algum dia, serão conectados a outras partes da indústria da construção (análise de custos, verificação de código de construção, análise estrutural, entre outros).

Figura 61: Classificação no item modelagem inteligente

3.2.14 Intervenção A – Projetos amplamente colaborativos

O propósito desta intervenção é avaliar o quão longe cada um destes pacotes CADD pode chegar com um projeto pronto, além das poucas 3 horas de projeto do dia do Design Shootout. Os juízes desejavam observar exemplos de projetos prontos e complexos, com uma explanação verbal da equipe sobre quantas pessoas em quantos escritórios de projeto trabalharam e colaboraram para concluir o que está sendo exibido.

Isto ajuda a distinguir um bom software dirigido para pequenos escritórios e Arquitetos autônomos, em oposição a um bom software dirigido para grandes escritórios de Arquitetura ou soluções empresariais. Em complemento às habilidades amplas e colaborativas, esta intervenção também aborda sobre o uso de arquivos intercambiáveis, para fácil transferência de informações entre os programas CADD usados pelos consultores. Havia duas partes nesta intervenção – os juízes pediram que cada equipe plotasse em papel um exemplo de um projeto pronto para uma revisão em prancheta e, também, pediram que cada equipe dedicasse a este tópico quatro minutos no início da intervenção.

Diversas habilidades foram observadas nesta intervenção, tais como:

- habilidade para permitir que várias pessoas trabalhem simultaneamente no mesmo arquivo de desenho de um modo organizado, mesmo estando em cidade diferentes
- permitir a visualização de projetos e de desenhos de qualquer programa CADD através da Internet
- capacidade de executar cinco animações ao mesmo tempo no mesmo monitor

- conversão segura e fácil entre diversos formatos de arquivos de diferentes programas CADD

Figura 62: Intervenção A – Projetos amplamente colaborativos

3.2.15 Intervenção B – Características especiais

Como cada programa para projeto arquitetônico desenvolveu-se e distinguiu-se além das habilidades comuns de desenhar linhas ou paredes, os juízes precisam avaliar seus esforços e encorajá-los a desenvolver mais habilidades específicas para Arquitetura. Esta categoria permite aos desenvolvedores de programas demonstrar algumas das áreas em que estão se aprimorando.

Seguem alguns dos recursos que se destacaram nos programas participantes neste ano.

ARRIS: ArrisView – envia com segurança fotos digitais e desenhos através da web, ArrisFM para facilidade de gerenciamento.

ArchiCAD: projeto de moldes, ArchiSite, Log Wall, e o gerador automático de telhados.

DataCAD: projetos em madeira, DataCAD Spirit walls, janelas e portas.

Allplan: Integração de sete programas modulares – desenhos 2D para modelagem 3D para planos arquitetônicos.

VectorWorks: Auto-redlining

ArchiTECH.PC / SoftCAD 3D Team: conexão perfeita entre o SoftCAD 3D e o ArchiTECH.PC

Figura 63: Intervenção B – Características especiais

3.2.16 Intervenção C – Paramétricas – Paredes / Janelas/ Portas - O quão bem e facilmente o programa permite mudanças de projeto.

Esta categoria mede os elementos básicos propostos pelo Design Shootout desde a sua primeira edição– a idéia de que um programa para projeto arquitetônico produz paredes com janelas e portas, com os quais pode gerar plantas, cortes, elevações e detalhes automaticamente, em oposição a um CAD genérico para engenharia que desenha linhas, “offsets” da linha, e que utiliza comandos de corte em 2D para criar portas, etc., como era o caso no passado.

Todas as equipes utilizaram programas baseados no novo método de gerar paredes paramétricas inteligentes. Duas novas

equipes neste método foram o DataCAD, que utilizou o DataCAD Spirit para esta Intervenção, e o VectorWorks, aonde a maior diferença entre o velho MiniCAD e o VectorWorks é a adição deste recurso de criar paredes paramétricas inteligentes.

As equipes do ARRIS, ArchiCAD e DataCAD Spirit passaram por esta intervenção perfeitamente – todos os desenhos redesenhavam automaticamente as paredes, transformando portas simples em duplas, e janelas de um tipo para outro.

A equipe do ArchiTECH.PC realizou esta etapa perfeitamente nas últimas competições, entretanto, nesta optaram por exibir uma superabundância de paredes, portas e janelas antes da intervenção, que fez o programa parecer muito mais complexo para a audiência do que realmente era – afirmaram que “é possível para nós fazermos isto com poucos clicks” e viram alguns 20 clicks acontecerem. Desde esta característica particular, é essencial identificar como o ArchiCAD trabalha, e a modificação da última versão mostra como pode ser exibida.

A VectorWorks tomou muito tempo falando sobre as qualidades de desenho durante esta Intervenção, e um certo tempo ajustando-se no início. Demonstrou como são seus recursos de visualização dos desenhos, mas utilizou mais clicks do que os outros pacotes. Um outro aspecto negativo foi a constatação da necessidade de entrar com mais dados do que os outros pacotes para a realização das mudanças de portas/janelas. Isto demonstrou que ele não é tão esperto quanto seus concorrentes.

A AllPlan pareceu demorar muito para colocar uma janela em uma parede, e foram necessários ajustes mais demorados para adequar a parede à mudança de uma nova janela.

O DataCAD cumpriu esta Intervenção perfeitamente, mas utilizou um programa associado (DataCAD Spirit) para cortar paredes e gerar elevações/cortes. Isto custou alguns pontos para a

equipe.

Figura 64: Intervenção C – Paramétricas – Paredes / Janelas/ Portas

3.2.17 Intervenção D – Bibliotecas de símbolos e símbolos inteligentes

O livro "Architectural CADD: A Resource Guide", cita que uma grande vantagem em produtividade é alcançada com uma bem organizada biblioteca de símbolos. Se você não tem bibliotecas para desenhar ou modelar algo, e se você sabe desenhar e adequar a escala você pode pegar em outro desenho, e isto é bem mais fácil do que redesenhar tudo. Entretanto, símbolos, blocos, células e itens repetidos são absolutamente mais fáceis para se achar, anexar e organizar.

Adicionalmente, muitos pacotes de programas para CADD arquitetônico são complementados com mais e mais inteligência paramétrica arquitetural para utilizar símbolos e bibliotecas espertas (inteligentes) e paramétricas. Uma biblioteca de símbolos pode ajustar os números dos tamanhos padrão e anexar a uma parede ou a uma porta. Na Intervenção D deste ano, foi solicitado a cada equipe que anexasse um modelo 3D DXF de uma palmeira

das suas bibliotecas com o nome 'palms99' no desenho, enquanto falavam outras coisas sobre as suas bibliotecas e o que elas incluíam.

Todos os programas avaliados fornecem 2000 símbolos, usualmente organizados no formato CSI. Diversos objetos podem ser atualmente colocados a partir de páginas web.

A equipe ARRIS não apenas colocou uma palmeira, mas também colocou um anel de pedras em volta dela e exibiu uma biblioteca visual de milhares de símbolos, incluindo o inventário Kohler completo.

A AllPlan nunca produziu uma palmeira para a sua biblioteca de símbolos, alegando que não era necessário. O júri não estava certo de estar vendo um recurso real sofisticado ou somente uma importação de um arquivo DXF.

A ArchiTECH.PC mencionou que seus símbolos não são CSI, mas são bibliotecas visuais bem organizadas, e exibiram em perspectiva como modificar seus símbolos. Isto é, com certeza, uma saída semântica e, queira ou não, um símbolo alterável não é relacionado com outros itens repetidos, que é realmente um objeto paramétrico.

A VectorWorks foi mais longe na discussão dos símbolos versus objetos paramétricos, ambos os quais são importantes e úteis, e mencionaram que possuem mais de 2000 símbolos em somatória a 60 objetos paramétricos inteligentes (colunas, escadas, banheiros, escadas, etc.).

O ArchiCAD não somente adicionou a palmeira da sua biblioteca visual, mas também assinalou materiais, para renderizar no ArchiCAD ou para exportar para o LightScape, os cocos, folhas e tronco para produzir um fotorrealismo. Demonstraram como os símbolos CSI da sua organizada biblioteca podem ser facilmente alteráveis com tabelas paramétricas e como o texto e outras coisas

são alteradas automaticamente com as plotagens em diferentes escalas.

A DataCAD exibiu sua biblioteca de 2D e 3D com mais de 3000 símbolos organizados em CSI, e demonstraram como podem instantaneamente gerar na árvore diferentes orientações e modificá-las.

Figura 65: Intervenção D – Bibliotecas de símbolos e símbolos inteligentes

3.2.18 Intervenção E – Escadas, Rampas e Elevadores

Esta Intervenção é o ponto em que o Design Shootout admite encorajar os desenvolvedores de programas CADD arquitetônicos a continuar adicionando mais habilidades de modelagem e de desenho arquitetônico específicos em seus programas, cada um na forma de bibliotecas de símbolos, objetos paramétricos ou macros inteligentes (mini programas “add-on”).

Somando à exibição de um ou mais dos itens listados acima, a cada ano o Design Shootout tem perguntado para as equipes sobre outros add-ons arquitetônicos existentes ou que estão sendo desenvolvidos para o seu programa. Foram registrados os assessores de códigos de obra/construção (TriForma), análise de

energia (AutoArchitect), elevadores paramétricos (DataCAD), ferramentas de layout automáticas e muitas outras características, nas quatro competições passadas. Os atuais escritores de programas que observam a competição dizem que esta é a parte que lhes dá mais idéias do que incluir nas próximas versões dos seus programas – e isto é bom para todos os arquitetos.

Este ano, foi pedido simplesmente para as equipes colocarem uma escada em L, que sairia de um pavimento e subiria até o pavimento superior, com um pé-direito de 9' (pés) e que, na frente dos juízes, mudasse o pé-direito para 12'. Também foi pedido uma tranquila rampa de 3' (ADA) com corrimãos. Sem elevadores e escadas rolantes este ano (um elevador é requerido no edifício principal da competição), não foi pedido por "bullnoses" ou para transformar os corrimãos das escadas (isto foi um alerta para as equipes se prepararem para o próximo ano). Os juízes ficaram curiosos pois, apesar de todos os edifícios atualmente incluírem uma rampa⁵³, a maioria dos sistemas CADD não possuem a habilidade específica de gerar uma rampa apropriada com corrimão e auxiliar os Arquitetos nisto. Na escada as últimas três equipes deram a impressão de ter o mesmo número de degraus na de 9' e na de 12'. Algumas equipes não puderam alterar a escada, mas instantaneamente deletaram a atual e geraram uma nova dentro dos 12' especificados. Somente o ArchiCAD demonstrou uma rampa paramétrica, contudo o ArchiTECH.PC, VectorWorks, e DataCAD alegaram ter feito uma.

Todas as equipes exibiram a escada e a rampa em planta, elevação e perspectiva.

A ARRIS exibiu uma rotina de macro que gerava a escada solicitada após colocar os números corretos em uma tabela, e

⁵³ O Autor lembra que os juízes referem-se à realidade dos EUA.

adicionaram o corrimão com apenas outro “click” após a caixa de diálogo perguntar, provavelmente, sobre o pilar central da escada e o espaçamento do balaustre. A rampa, entretanto, pronta (e animada) era um símbolo fixo, recentemente adicionado à sua biblioteca de símbolos, previamente modelada com suas ferramentas 3D.

O AllPlan admitiu ter poucas escadas pré-construídas no programa, mas disse que o programa era tão flexível e poderoso que uma ampla variedade de escadas seriam rapidamente geradas. Para demonstrar esta flexibilidade iniciaram adicionando balaústres em volta do limite da escada. O programa gerou rapidamente a escada, com corrimão (não balaústres), entretanto, dentro dos 2 minutos da Intervenção não conseguiram terminar a escada. A equipe construiu a rampa com a ferramenta de escadas, mudando os degraus de planos para inclinados, trabalhando de maneira rápida, obtendo um resultado apropriado.

O ArchiTECH.PC respondeu quase que instantaneamente na escada solicitada (com corrimão, balaústres e patamar) gerados com o seu “calculador de escadas” e realizou a mudança solicitada antes que as pessoas da audiência vissem. Mencionaram que possuem um gerador de rampas paramétricas, mas optaram por não usá-la, ao invés, acharam que era um bom momento para demonstrar como o seu sistema irmão, o programa SoftCAD 3D, pode auxiliar um projetista de modo rápido e fácil, a fazer uma rampa em perspectiva. Levantaram um ponto importante colocando que não se precisa ter os melhores objetos paramétricos, pois o mais importante é que estes sejam rápidos e fáceis de usar. Talvez devido a passarem 90% do tempo da intervenção produzindo a rampa e o corrimão, a audiência classificou o programa como sendo mais difícil de usar do que os outros – um problema da equipe ter tentado ter sido tão rápida.

ArchiCAD optou por utilizar a macro "StairMaker", com geração de escadas paramétricas completas, com corrimãos alteráveis de vários tipos, e alteraram a escada várias vezes para demonstrar como é fácil fazê-lo. Ao contrário dos outros, mostraram uma escada parcialmente desenhada com a linha de corte aparecendo na planta, uma convenção popular de desenho 2D. Também exibiram um objeto paramétrico para rampa, giraram e colocaram-no no desenho.

O objeto escada é parametricamente alterável no VectorWorks, e a equipe foi muito bem na escada, produzida muito fácil e rapidamente, e alteraram-na mudando um número. As escadas vieram com corrimãos, mas não foram vistos os balaústres. A equipe mencionou que também possuem elevadores e escadas rolantes paramétricas.

A equipe DataCAD instantaneamente gerou a escada de 9', e para criar a de 12', apagou a anterior e mudando um número criou a de 12'. Terminaram a escada solicitada e alteraram-na nos primeiros 10 segundos e decidiram exibir como podem gerar o corrimão em um corrimão com balaústres mais elaborado (e mostraram) – causando um travamento no microcomputador ao tentarem gerar uma renderização rápida em "shade", para a audiência observar a mudança. Sabendo que a "máquina temperamental" não iria estar operante nos restantes 1,5 minutos, mudaram para a outra máquina para exibir a sua macro "RampMaster". Entretanto, nos segundos finais geraram muitas rampas que não ficaram prontas no tempo restante.

Figura 66: Intervenção E – Escadas, Rampas e Elevadores

3.2.19 Intervenção F – Projeto de Telhados

Para os organizadores do Design Shootout, nenhum outro elemento isolado pode mudar tão completamente as características de um projeto como o telhado de um edifício. Desta maneira, classificam o projeto de telhados como sendo uma categoria crítica na avaliação de qualquer programa de projeto arquitetônico.

Quando os Arquitetos desenhavam ângulos em 2D de telhados trabalhosamente calculados, ou suas linhas de projeção nas plantas, estes telhados eram representados em elevações, ou com mais despesas, no local da construção (perspectivas). Entretanto, com o advento da modelagem arquitetônica em 3D, fomos forçados a desenvolver perspectivas/vistas dos telhados (em 3D) e, se o programa não era capaz de fazê-lo, os Arquitetos desistiam e simplesmente faziam um telhado dentro das limitações do programa. Desta forma, a flexibilidade de projeto com modeladores de telhados é superior. Em segundo lugar, desde que as especificações dos telhados são razoavelmente padrão, fáceis e rápidas, o modo mais preciso de gerar um telhado é certamente o mais desejável.

Para o Design Shootout, condições extremamente incomuns de telhados são provavelmente melhor produzidos com ferramentas de modelagem de sólidos em 3D (Ópera de Sydney ou o Guggenheim de Bilbao), do que com ferramentas padrão para telhados. Entretanto, além das cumeeiras padrões, águas furtadas, e outros detalhes comuns, certos detalhes regionais de telhados são específicos demais para encontrar um lugar entre os programas de CADD arquitetônico, que acomodam coisas como torres, curvas, parapeitos, beirais, chaminés e etc.

Neste ano foi pedido para cobrirem uma área de 20'x40' com peças de madeira de 6x12. Foram pedidas, elevações e perspectivas, e alteração para peças de 12x12 e em 45º graus. Durante este processos, puderam mostrar aos juízes quais as outras formas de criarem e mudarem um telhado. Para um simples problema, que cada equipe sabia que existiria com a antecipação de semanas, esta Intervenção foi surpreendentemente desafiadora para algumas equipes.

O ARRIS utilizou seu novo gerador de telhados com o qual produziu um telhado preciso. Com poucos clicks e operações, gerou o telhado solicitado.

A filosofia utilizada pelo AllPlan para construir telhados é totalmente diferente dos outros programas CADD e acreditam que lhes é superior. A equipe, em apenas 2 minutos, apresentou a mais poderosa e exclusiva ferramenta do AllPlan. Clicaram nos limites do edifício e pediram que estes se transformassem nos limites do telhado. A equipe teve um acidente (hardware ou software) neste ponto e tudo foi acidentalmente deletado - apagado. Entretanto, procuraram mostrar como o telhado poderia ser modificado, refazendo tudo o que os juízes haviam visto, mas o tempo havia terminado antes de realizarem a modificação. O resultado, para a audiência, foi que "as alterações flexíveis" não foram

compreendidas e, também, o processo pareceu mais complexo do que em outros programas, e a audiência nunca chegou a ver o telhado alterado.

A equipe ArchiTECH.PC produziu um telhado instantâneo, limitado pelas paredes externas, com as vigas, clicando nos cantos das paredes na planta para gerar as vigas, que apareciam automaticamente nas perspectivas. Feito isto, a alteração de 6:12 para 12:12 foi feita com uma única alteração numérica, e as vigas se ajustaram automaticamente.

O ArchiCAD gerou um telhado, e a equipe mencionou algo sobre fazer tudo automaticamente, entretanto, o que a audiência viu foi eles darem dúzias de clicks em várias coisas. Após uma série de operações complicadas, a estrutura não apareceu nas elevações.

A equipe do VectorWorks, após algo como 20 clicks, criou um telhado. As vigas colocadas não se encaixaram no telhado, e a equipe mencionou, com bom humor, que agora tinham uma boa razão para mudar a forma do telhado e que, uma vez alterada, as vigas encaixariam bem.

A DataCAD utilizou a primeira metade dos seus 2 minutos exibindo um telhado muito complexo com torres curvas e como a sua ferramenta "roof trace" pode resolver telhados. Utilizaram vigas de madeira escura em uma tela preta, e para a audiência foi impossível ver qualquer coisa acontecendo. Finalmente a equipe apresentou os resultados em uma perspectiva colorida e todos puderam ver a estrutura, mas as vigas não eram visíveis.

Figura 67: Intervenção F – Projeto de Telhados

3.3 Critérios de avaliação: Etapas legais de projeto

Os critérios de avaliação são a base para a elaboração das planilhas de avaliação dos programas para CADD arquitetônico. Nestes critérios identificaremos algumas das necessidades dos Arquitetos na produção do projeto arquitetônico definido pelas suas etapas legais, e determinaremos qual o perfil mínimo aproximado dos programas que precisaríamos utilizar.

3.3.1 Etapas e seus possíveis critérios: Anteprojeto de Arquitetura

No item **2.2.5 Anteprojeto de Arquitetura**, dentro do sub-item **2.2.5.1 Produtos Finais**, encontramos os documentos técnicos que precisam ser produzidos e apresentados nesta etapa. São estes:

- Planta de situação
- Planta de cada pavimento
- Plantas de cobertura
- Cortes esquemáticos
- Fachadas

- Serviços adicionais (Perspectivas, maquetes, quantificação dos itens principais da obra, pré-orçamento estimativo)

Cada um dos itens citados acima é apresentado detalhadamente no item **2.2.5.1 Produtos Finais**, contendo a relação de desenhos que os compõem, permitindo definir quais os recursos necessários para a sua produção.

3.3.2 Recursos necessários para a produção dos documentos técnicos do item 2.2.5.1:

- Produzir plantas dos pavimentos utilizando entidades arquitetônicas (Paredes, portas, janelas, pilares, dutos, escadas, etc.)
- Produzir pavimentos rápida e facilmente
- Indicar automaticamente os níveis dos pisos nos pavimentos em planta
- Produzir elevações rápida e facilmente
- Produzir automaticamente desenhos de todas as elevações da edificação, ao mesmo tempo, a partir de uma referência/elevação inicial
- Produzir cortes rápida e facilmente
- Indicar automaticamente o nível dos pisos seccionados da edificação (bruto e acabado)
- Indicar, automaticamente, nos cortes, os perfis longitudinais e transversais naturais do terreno, aterros e desaterros, e os novos perfis longitudinais e transversais do terreno
- Produzir perspectivas rápidas
- Produzir e modificar vários tipos de telhados e de coberturas

- Indicar, automaticamente, nos planos de cobertura e de calhas, os respectivos sentidos de inclinação de escoamento de águas
- Produzir e modificar, parametricamente, os tipos de cotas aceitos pela convenção brasileira
- Produzir e modificar, parametricamente, fácil e rapidamente, vários tipos de esquadrias, flexíveis para trabalhar em situações incomuns, em 2D e 3D
- Capacidade de mudar o projeto facilmente, pois ao se alterar partes do edifício, os outros desenhos devem se refazer automaticamente
- Gerar tabelas com área de construção por pavimento, totais de construção, projeção e terreno
- Ser preciso e flexível na produção de elementos 3D complexos
- Produzir e modificar parametricamente, fácil e rapidamente, vários tipos de escadas, rampas, elevadores e escadas rolantes, com flexibilidade para se trabalhar em situações incomuns, em 2D e 3D
- Ser fornecido com bibliotecas paramétricas, adaptáveis a diversas situações possíveis de projeto
- Oferecer habilidades suplementares de desenho tais como cálculos de insolação, análise de custos, análise de energia, etc.

3.3.3 Etapas e seus possíveis critérios: Projeto para Execução de Arquitetura

Conforme visto no item **2.2.8 Projeto para Execução de Arquitetura**, nesta etapa produz-se a documentação completa da

solução definitiva com todas as informações, detalhes e pormenores arquitetônicos necessários à obra a ser executada.

Todos os recursos procurados, já definidos acima no item 3.3.2, também são úteis nesta etapa, podendo ser complementados por outros recursos desejáveis. Alguns, ou todos dos itens citados a seguir, também podem auxiliar durante a concepção ou a produção das outras etapas de projeto.

Entre os recursos adicionais poderíamos citar:

- Produção de renderizações finais
- Produção de animações
- Produção de arquivos VRML
- Permitir colaboração pela rede, otimizando e permitindo o trabalho simultâneo: projeto arquitetônico, estrutural, planilhas, cálculos, via rede, com profissionais de diferentes áreas trabalhando ao mesmo tempo no mesmo desenho
- Permitir o compartilhamento de informações com outros programas utilizados em escritórios de Arquitetura, importando e exportando arquivos de formatos gráficos e outros (planilhas, bancos de dados, etc.)
- Identificar e informar interferências físicas entre componentes do edifício, componentes das instalações ou entre o edifício/instalações e elementos preexistentes do terreno (outras edificações, rochas, árvores)
- Capacidade de alterar o texto, cotas e outros dados automaticamente quando se altera a escala para plotagem

3.3.4 Recursos necessários e disponíveis em outros sistemas

No item **2.2.6 Projeto Legal de Arquitetura**, dentro do item **a.**, e no item **3.2.13 Modelagem Inteligente**, identificou-se a necessidade de se produzir um projeto adequado às diversas legislações específicas existentes.

Torna-se desejável que o programa para CADD arquitetônico possa comparar o desenho produzido, com as suas entidades devidamente caracterizadas, por exemplo, em “Edifício”, “Terreno”, “Gabarito de altura”, e/ou outras formas, dados que permitam ao sistema identificar interferências com as normas e leis vigentes.

Atualmente os Sistemas de Informação Geográficas permitem tal tipo de simulação, pois como já vimos no item **2.5.3**, são utilizados para manipular, cruzar, analisar e exibir os resultados da associação dos dados gráficos (fotos, plantas) e descritivos (planilhas, textos) armazenados em bancos de dados. A fusão de alguns recursos dos SIG com programas CADD arquitetônicos podem ser extremamente úteis no processo de identificação de possíveis incompatibilidades entre o projeto e a legislação em vigor.

Conforme observamos no item **2.5.2 Sistemas Simuladores de Processos**, Sistemas de simulação são aqueles que permitem a visualização de layout, funcionamento de uma fábrica, escritório, canteiro-de-obra ou hospital, podendo simular processos e dimensionar seus custos, tempos de operação e de produção, necessidades de pessoal, de materiais e de equipamentos. Constatamos também que estes sistemas podem operar em conjunto ou independentemente dos sistemas CAD/CADD, gerando respostas visuais e numéricas sobre o funcionamento do processo simulado.

Embora tais capacidades não auxiliem diretamente na produção dos documentos técnicos do projeto arquitetônico, servem de apoio para o Arquiteto identificar possíveis limitações ou

falhas graves do projeto, ao submetê-lo a uma simulação de processo.

3.3.5 Considerações sobre os critérios

Ao considerarmos o item **3.1**, entre os critérios divulgados para a avaliação realizada pela Universidade Federal de Santa Catarina e publicados na revista CAdesign n.º 20, observamos a inexistência de maiores detalhes que especifiquem o que foi definido em cada critério determinado.

Já no item **3.2**, que apresenta a 4ª edição do **Designers 3D CAD Shootout for Architectural CADD Systems**, os critérios estão detalhados e os resultados apresentados sistematicamente no site da competição.

Diversos são os critérios utilizados no CAD Shootout que poderão ser aproveitados por uma avaliação de programas CADD, a ser realizada no Brasil, e que se adequam à nossa realidade econômica e profissional. Obviamente, tais critérios necessitam de uma complementação que agregue aspectos específicos da profissão no Brasil.

Entre os diversos critérios possíveis, quais seriam os mínimos requeridos para considerarmos um programa CADD arquitetônico apto a auxiliar o Arquiteto na produção dos documentos técnicos do projeto arquitetônico?

Dentro das etapas já discriminadas no item **2.2** para a produção do projeto arquitetônico, encontramos diversas exigências específicas dos desenhos necessários.

Um programa capaz de gerar plantas com entidades arquitetônicas paramétricas (portas, janelas, escadas, etc.), reduz em muito o tempo de produção do desenho, pois não são

necessárias tarefas de redesenho para adequar o projeto a mudanças realizadas durante o processo.

Óbvio é a necessidade de se dispor de uma ferramenta que possa gerar plantas, sem a necessidade de se realizar as tarefas de redesenho e de correções que um programa de CAD genérico necessita. O redesenho em qualquer etapa leva à perda de produtividade e aumenta os custos diretos do projeto.

A capacidade de gerar tais entidades em três dimensões aumenta ainda mais a produtividade, pois os cortes, as elevações, e perspectivas podem ser gerados automaticamente.

A capacidade de gerar entidades arquitetônicas em 3D não satisfaz completamente se, por exemplo, ao se mudar uma porta de 60 cm de largura por uma de 80 cm de largura, precisarmos recriar a parede em que ela estava inserida. As entidades paramétricas são extremamente desejáveis pelas facilidades de desenho que proporcionam.

A capacidade de gerar pavimentos automaticamente, bastando a indicação do seu pé-direito para construí-lo, é extremamente útil tanto para projetos residenciais de poucos pavimentos, como para edifícios com diversos pavimentos. A produção de informações gráficas automáticas que acompanhem estas entidades é útil, entre outras coisas, para se gerar um pavimento e este já apresentar um símbolo de desenho que indique a cota do piso.

Um requisito do desenho técnico arquitetônico pode ser a apresentação de todas as elevações de um projeto. A capacidade de gerar todas ao mesmo tempo, a partir de uma referência única pode ser extremamente útil. Obviamente, tal recurso necessita da preexistência do projeto em 3D.

Ao apresentarmos um desenho em corte, seja transversal ou longitudinal, precisamos também representar o corte do terreno atual e também o perfil original do terreno. Tal recurso auxilia a

visualização do movimento de terra que foi ou que será necessário permitindo calcular os custos com a modificação do terreno.

A necessidade de visualização do projeto passa pela criação de perspectivas que auxiliem na sua compreensão. Gerar perspectivas automaticamente, bastando informar ao programa qual o ponto de localização do observador, é extremamente útil, mas também necessita da existência prévia de um modelo em 3D.

As perspectivas coloridas, repletas de imagens que permitam a visualização do projeto isolado ou inserido em seu terreno, são necessárias e são produzidas com extrema rapidez e qualidade, quando comparadas com os caros desenhos aerografados.

A capacidade de visualizar o projeto em 3D, não somente de modo estático mas também dinâmico, permitindo ao cliente passear dentro do projeto, é um recurso extremamente útil para a identificação de interferências.

Com os recursos disponíveis na World Wide Web, atualmente, as animações podem ser exibidas diretamente no site do escritório através de arquivos com a extensão VRML. A capacidade de converter suas animações para esta extensão é um recurso extremamente desejável e útil, pois permite aos projetistas localizados em escritórios distantes e aos clientes uma melhor visualização do projeto.

Projetos arquitetônicos não são produzidos somente com um tipo de tecnologia construtiva, e diferentes tecnologias podem necessitar de recursos 3D complexos para serem projetadas e representadas adequadamente. A flexibilidade e a precisão destes recursos de desenho 3D são extremamente importantes para a diversificação de projetos possíveis de serem projetados e representados com o programa.

O projeto de telhados, sua estrutura e cobertura, demanda tempo e esforço considerável por parte do Arquiteto. A capacidade

do programa de gerar telhados e coberturas diversas e flexíveis a várias tipologias de projetos é um recurso também necessário para o aumento de produtividade e de precisão do projeto.

Também como no caso dos pavimentos, este recurso deveria ser capaz de gerar automaticamente a representação adequada dos sentidos de inclinação e de escoamento de água.

As escadas, rampas, elevadores e escadas rolantes também apresentam desafios para o Arquiteto, que dedica considerável tempo para a realização precisa destas entidades. Um programa capaz de gerar tais entidades paramétricas, bem como representá-las com os símbolos adequados (exemplo: corte da escada em planta) é desejável.

A produção de cotas e tabelas paramétricas adequadas podem reduzir o tempo de desenho consideravelmente, ao eliminar a necessidade de cálculos diversos.

A extração automática de detalhes específicos do projeto também são um recurso que aumenta a produtividade, pois elimina a tarefa de copiar uma parte do desenho, alterar sua escala e inserir na folha com a representação adequada.

Dado que a maioria destes programas são produzidos no exterior, devemos ficar atentos à possibilidade de apresentarem limitações quanto à compatibilização com a norma brasileira.

As bibliotecas paramétricas são extremamente úteis, pois se adequam aos desenhos mais diversos, ao contrário das bibliotecas comuns, que apenas podem alterar a sua escala e não possuem a capacidade de se adaptar a entidades preexistentes.

Dado que o Arquiteto pode utilizar croquis em fases de concepção do projeto, poderia, também, reduzir o tempo de desenho. Seria uma ferramenta útil de apoio à criação.

O trabalho colaborativo via rede é um recurso extremamente necessário e útil, reduzindo custos e facilitando a troca de

informações entre os diversos profissionais envolvidos com o projeto. Deseja-se também a necessária proteção destes dados durante a transmissão e recepção, para os mesmos não serem interceptados e utilizados por terceiros.

Cálculos diversos que auxiliem na compreensão do projeto são desejáveis, como a geração de tabelas com área de construção por pavimento, totais de construção, projeção e terreno cálculos de insolação, análise de custos, energia, etc.

A necessidade de trabalhar colaborativamente, compartilhando dados on-line ou não, implica na capacidade do hardware+software de cruzar diferentes plataformas que possam ser utilizadas pelos outros profissionais envolvidos no projeto.

A opção por um hardware+software pode permitir a utilização de periféricos (entrada e de saída) comuns a todos e de alguns específicos de uma plataforma. A identificação destes periféricos e da plataforma antes da aquisição podem economizar recursos ao nos indicarem qual a escolha mais adequada ao nosso tipo de produção.

Como nem sempre os dados fornecidos pelos fabricantes sobre estes periféricos podem ser precisos, o contato com outros Arquitetos que já utilizem a plataforma desejada podem evitar investimentos desnecessários.

Tais programas CADD raramente podem substituir todos os outros programas utilizados por Arquitetos. O programa CADD escolhido não deve apresentar incompatibilidades de troca de dados com os outros programas utilizados.

A capacidade de identificar e informar sobre a existência de interferências físicas entre os componentes do edifício, os componentes das instalações ou entre o edifício/instalações e elementos preexistentes do terreno, pode evitar a ocorrência de soluções indesejáveis e onerosas.

A pura e simples existência dos recursos necessários listados acima não é suficiente. A interface com o usuário é adequada? Os ícones, comandos e sistemas de referências são de alguma forma familiares à linguagem profissional do Arquiteto?

Não basta o programa oferecer todos os recursos enumerados aqui e ainda outros que nem imaginamos, se a sua utilização for difícil para o usuário.

O Arquiteto, ao utilizar um programa CAD genérico, adapta-se mais ao programa do que o programa se adapta ao Arquiteto.

Obviamente a busca pela pura simplicidade pode levar a recursos que primem pela facilidade, em detrimento de recursos que efetuem tarefas complexas.

Determinados tipos de projeto, como os citados no item **3.2.19** ou como o **MAC-Niterói** de **Oscar Niemeyer**, dificilmente poderiam ser realizados com uma interface que observasse somente a linguagem de um tipo de Arquitetura. Desta forma, os recursos de um programa CAD genérico capacitado a lidar com soluções 3D complexas é mais adequado para determinadas tarefas de projeto pouco comuns.

Freqüentemente os produtores de programas anunciam uma plataforma de hardware mínima mais modesta do que o seus programas realmente necessitam. O Arquiteto deve consultar seus colegas que utilizam o programa para orientar-se sobre qual a plataforma realmente mínima necessária para o programa operar sem problemas ou erros desnecessários.

A produção de relatórios sobre os custos e volume dos materiais utilizados são extremamente desejáveis, pois permite ao Arquiteto manter-se dentro das especificações de custo determinadas pelo contratante.

Figura 68: MAC Niterói - Oscar Niemeyer

Figura 69: Corte do MAC Niterói

Os diversos critérios citados até este ponto permitem a elaboração de uma planilha que ultrapasse os objetivos do item **1.3.2 Objetivos Específicos**, pois através do estudo mais aprofundado dos programas CADD outras possibilidades e necessidades tornaram-se presentes.

3.4 Planilha de avaliação

1. Quais os programas CADD e versões utilizadas em seu escritório?
2. Produz rápida e facilmente plantas dos pavimentos utilizando entidades arquitetônicas? (Paredes, portas, janelas, pilares, dutos, escadas, etc.)
3. Produz pavimentos rápida e facilmente?
4. Indica automaticamente os níveis dos pisos nos pavimentos em planta?
5. Produz elevações rápida e facilmente?
6. Produz automaticamente desenhos de todas as elevações da edificação, ao mesmo tempo, a partir de uma referência/elevação inicial?
7. Produz cortes rápida e facilmente?
8. Indica automaticamente o nível dos pisos seccionados da edificação (bruto e acabado)?
9. Indica automaticamente nos cortes os perfis longitudinais e transversais naturais do terreno, aterros e desaterros, e os novos perfis longitudinais e transversais do terreno?
10. Produz perspectivas rápidas?
11. Produz renderizações finais?
12. Produz animações? Qual o número máximo e mínimo de quadros (frames) por segundo?
13. Produz VRML ? Caso não produza, seu escritório utiliza algum programa que converta seus arquivos em VRML? Qual?
14. Produz satisfatoriamente os elementos 3D?
15. O software é preciso e flexível em 3D complexos?
16. Quantos e quais tipos de telhados/coberturas o software pode produzir e como os modifica? Na sua opinião, este recurso

resolve suas necessidades?

17. Indica automaticamente nos planos de cobertura e de calhas, os respectivos sentidos de inclinação de escoamento de águas?
18. Quantos tipos de escadas o software pode acomodar fácil e rapidamente, e o que é necessário modificar em situações incomuns, em 2D e 3D? Na sua opinião, este recurso resolve suas necessidades?
19. Quantos e que tipo de cotas o software pode produzir e como as modifica?
20. Quantos tipos de esquadrias o software pode acomodar fácil e rapidamente, e o que é necessário modificar em situações incomuns, em 2D e 3D?
21. O software é fornecido com bibliotecas? Podem ser criadas e modificadas facilmente?
22. Converte croquis/desenhos esquemáticos em paredes?
23. Como é o software elaborando croquis/esboços de idéias conceituais?
24. Como é o software em colaboração pela rede? Permite trabalho simultâneo?
25. Como o programa protege os dados trabalhados via rede? Existem recursos de criptografia ou outros, dos dados enviados e recebidos?
26. Quão bem o software é capaz de mudar o projeto facilmente? Ao alterar partes do edifício, os outros desenhos se refazem automaticamente? (Paramétrico)
27. Quais e como são as habilidades suplementares de desenho do software (cálculos de insolação, análise de custos, análise de energia, etc.)
28. Gera tabelas com área de construção por pavimento, totais

de construção, projeção e terreno?

29. Como o software cruza diferentes plataformas?
30. Existem versões para IBM-PC, Apple-Macintosh e Workstations?
31. Apresenta alguma restrição ou dificuldade para produzir desenhos técnicos dentro da norma brasileira?
32. Quais os periféricos de entrada recomendados e compatíveis com o software? Quais você utiliza?
33. Quais os periféricos de saída recomendados e compatíveis com o software? Quais você utiliza?
34. Qual a plataforma mínima de hardware recomendada pelo fabricante?
35. Qual a plataforma mínima de hardware recomendada pelos Arquitetos/especialistas que utilizam o software?
36. Apresenta alguma limitação no compartilhamento de informações com outros programas utilizados em escritórios de Arquitetura? Quais?
37. Possibilita trabalho simultâneo – projeto arquitetônico, estrutural, planilhas, cálculos, via rede, com profissionais de diferentes áreas trabalhando ao mesmo tempo no mesmo desenho?
38. Identifica e informa interferências físicas entre componentes do edifício, componentes das instalações ou entre o edifício/instalações e elementos preexistentes do terreno (outras edificações, rochas, árvores)?
39. Como é a interface do programa com o usuário?
40. Como são os recursos gráficos gerais do software?
41. Qual programa produz os modelo 3D que você gostaria de apresentar ao seus clientes?
42. Qual o melhor programa para Projeto Arquitetônico? Por

que?

43. Utilize este campo para quaisquer colocações adicionais sobre programas CADD.
44. Utilize este campo para quaisquer colocações adicionais sobre esta planilha.
45. Utilize este campo para informar se deseja que os dados enviados não sejam identificados na dissertação. (Anônimo)

3.5 Avaliação do Autor

Entre os programas CAD/CADD avaliados nos itens **3.1** e **3.2**, o Autor utilizou profissionalmente ao longo da sua carreira os programas **ARRIS**, **ArchiCAD**, **MicroStation**, **AutoCAD**, **Arqui_3D** (aplicativo para AutoCAD), **DataCAD**. Entretanto nunca operou pessoalmente os programas **AutoBuilder** (aplicativo para AutoCAD), **Unicad/Cadabra**, **AllPlan**, e **ArchTEC.PC**. O Autor também utiliza, em diferentes níveis de conhecimento outros sistemas CAD/CADD, e também sistemas de simulação de processos, de SIG e programas gráficos diversos desde 1985.

Sobre os programas avaliados no item **3.2**, cabe lembrar da 3ª edição do **Designers 3D CAD Shootout for Architectural CADD Systems**, realizada no ano de 1998, que contou com a participação das equipes “oficiais” dos programas **MicroStation Triforma** e **AutoCAD Architectural DeskTop**. Ambos os programas estão disponíveis no mercado brasileiro e são utilizados pelos Arquitetos, mas estiveram sem representação oficial na edição 1999 do Design Shootout.

Uma avaliação realizada pelo Autor, que abordasse somente os programas já utilizados pelo mesmo, poderia não somente correr o risco de ser tendenciosa devido à maior ou menor habilidade na utilização desta ou daquela plataforma, como também não representaria o espectro real dos programas que existem no mercado e que são utilizados pelos Arquitetos brasileiros.

Também torna-se questionável a realização de uma avaliação nos moldes e com os mesmos objetivos do Designers 3D CAD Shootout for Architectural CADD Systems, pois obviamente a estrutura desta avaliação não pode ser substituída por apenas um Arquiteto/operador, em oposição a centenas de profissionais

envolvidos e, com a participação dos representantes oficiais de cada um dos produtores de programas CADD arquitetônicos avaliados.

Sendo inviável financeira e operacionalmente, dentro de um programa de Mestrado, a aquisição dos microcomputadores adequados e de todos os principais programas CADD para a realização de uma avaliação por parte do Autor, o mesmo apresentará considerações gerais sobre os recursos existentes em outros sistemas informatizados úteis para o Arquiteto, e também sobre as necessidades identificadas nas etapas legais de projeto e que ainda não estão disponíveis nos programas CADD, e que podem complementar os critérios do Designers 3D CAD Shootout for Architectural CADD Systems.

Desta forma, a planilha de avaliação produzida não será utilizada nesta Dissertação para determinar, entre os principais programas, qual o programa CADD mais adaptado para a produção do projeto arquitetônico no Brasil. Ao invés, a planilha poderá servir para um Arquiteto ou para um Escritório de Arquitetura, ter uma referência inicial e efetiva que o auxilie na tarefa de determinar qual a ferramenta CADD mais adequada ao seu tipo de produção e de serviços.

As considerações do Autor seguem no capítulo 4.

CAPÍTULO 4 – DISCUSSÕES

Como pudemos observar, diversos são os recursos disponíveis para o Arquiteto que busca o auxílio dos programas para CADD arquitetônico na produção dos documentos técnicos.

Nos últimos quinze anos estes recursos apresentaram-se nas mais variadas formas, facilitando a produção do projeto arquitetônico, e até permitindo a otimização do projeto e a execução de obras como o Museu Guggenheim de Bilbao.

Os microcomputadores evoluíram consideravelmente e o seu relativo barateamento, bem como a sua progressiva facilidade de utilização, contribuíram para o aumento da produtividade do usuário médio e avançado.

A produção de perspectivas tornou-se mais acessível para o Arquiteto autônomo e para o pequeno escritório, auxiliando na produção dos projetos e servindo como ferramenta de marketing.

Os escritórios diminuíram de tamanho, utilizando menos espaço físico e necessitando de cada vez menos funcionários. O Arquiteto pode agora trabalhar em qualquer lugar, graças aos notebooks que o conectam a qualquer parte do mundo via rede.

A Internet permitiu a troca de dados em tempo real, facilitando a produção de um projeto por profissionais localizados em diferentes partes do mundo e o cliente pode agora visualizar o projeto da sua própria casa ou escritório.

A avaliação de um programa CADD arquitetônico depende, como pudemos observar, de vários critérios que buscam identificar qual a ferramenta mais produtiva para o Arquiteto. A escolha de critérios diferentes podem alterar o resultado desta avaliação.

Diferentes plataformas de hardware e software foram identificadas e a diversidade de opções aumenta a cada dia.

Através dos resultados da avaliação detalhada no item **3.2**, pudemos observar que os programas avaliados estão muito próximos de cumprir satisfatoriamente a planilha estabelecida nesta dissertação.

Os programas de CADD arquitetônico ainda não oferecem recursos para simulação de processos⁵⁴, e nem são capazes de oferecer os recursos básicos de um SIG, mas satisfazem a maioria das necessidades de otimização da produção de um projeto arquitetônico.

Entretanto o projeto arquitetônico, definido nesta dissertação pelas suas etapas legais de projeto, pode se apresentar de formas tão diversas quantos forem os Arquitetos em atividade.

Aqui encontramos um ponto importante no processo de escolher entre duas plataformas diferentes. Todas as tipologias conhecidas e possíveis de Arquitetura necessitam de recursos para projeto em 3D complexos?

A facilidade de utilização de alguns determinados programas podem levar o Arquiteto a optar por produzir uma Arquitetura “fácil” para o programa adquirido, que conseqüentemente aumenta a sua produtividade? Esta opção pode levá-lo a não mais explorar outras possibilidades “difíceis” ou impossíveis de serem desenhadas automaticamente na ferramenta escolhida e adquirida? A

⁵⁴ Estes recursos podem ser encontrados através da utilização de programas complementares ou aplicativos.

ferramenta irá influenciar a produção do Arquiteto ou lhe trará mais liberdade?

Qual o caminho que será trilhado pelos programas CADD? Atualmente os programas mais conhecidos tentam se igualar e suplantam os concorrentes em recursos, inovando a cada versão, e os menos conhecidos tentam reproduzir as facilidades oferecidas pelos seus concorrentes mais adaptados, e sobrevivem oferecendo a questionável vantagem do custo de aquisição comparativamente reduzido.

O Arquiteto tem hoje, à disposição, inúmeros programas que permitem a simulação de processos construtivos e até de cidades, como os de SIG. A evolução destes sistemas permitirão a fusão com os sistemas CADD arquitetônicos⁵⁵? Tal fusão é desejável? Até que ponto? Tal fusão vai encarecer e dificultar ainda mais o acesso destas tecnologias ao Arquiteto brasileiro?

Enfim, quais os fatores relevantes para a adoção deste ou daquele programa para auxílio ao projeto arquitetônico?

Os resultados de uma avaliação entre os diversos programas para CADD arquitetônico existentes, e que ainda serão lançados, devem ser analisados pela perspectiva dos critérios escolhidos para a avaliação destes programas. Qual o interesse e objetivo da avaliação e do avaliador?

Se nos interessarem somente os aspectos legais do projeto arquitetônico, perceberemos que os atuais programas para CADD arquitetônico podem nos auxiliar através de diversas ferramentas.

No caso de necessitarmos de ferramentas de apoio às etapas de concepção, nos servem estes mesmos programas para CADD arquitetônico? Cabe ao Arquiteto definir quais as suas necessidades gerais e específicas antes de analisar e estabelecer seus próprios

⁵⁵ Sabe-se que existem programas para SIG já baseados em programas CAD genéricos.

critérios de avaliação. Precisamos considerar também que um programa adequado para um Arquiteto autônomo pode ser inadequado para um grande escritório ou vice-versa.

Mais importante do que os resultados de qualquer avaliação de programas CADD arquitetônicos são os critérios estabelecidos pelo avaliador. As versões dos programas mudam rapidamente, o hardware também, e os resultados de qualquer avaliação tem um período de validade relativamente curto. Torna-se necessário ao Arquiteto atualizar-se constantemente sobre os recursos disponíveis, para não correr o risco de perder competitividade em um mercado muito disputado.

Cabe ao Arquiteto compreender que o investimento em informática não deve ser observado e dimensionado de forma isolada, devendo ser parte de um planejamento geral do seu escritório. Podemos enumerar algumas considerações a serem realizadas antes de optarmos por alguma plataforma.

Quais são as metas do escritório? Aonde o Arquiteto pretende chegar? O Arquiteto precisa definir seus planos para o futuro, e considerar todos os investimentos e procedimentos necessários para atingir suas metas. O que pode ser útil em informática para curto prazo, pode deixá-lo em desvantagem para médio e longo prazo, devido aos grandes investimentos necessários para uma mudança radical da estrutura de hardware+software e da **cultura estabelecidas dentro da empresa.**

A velocidade da evolução tecnológica tem levado o Arquiteto a realizar investimentos cada vez mais elevados e com períodos mais curtos entre um “upgrade”⁵⁶ e outro.

O planejamento cuidadoso do investimento em informática é fundamental, devido à rápida obsolescência de uma estrutura de

⁵⁶ Upgrade: atualização de hardware e/ou de software para uma versão mais nova ou produtiva.

hardware + software. Sabendo-se que uma CPU de microcomputador deve ser substituída a cada dois anos, no máximo, esta deve se pagar dentro deste período. Cabe também considerar os gastos necessários com os pequenos upgrades realizados entre as substituições, e também os gastos com o treinamento da equipe. Como as novas versões dos programas CADD tem sido lançadas com um intervalo cada vez menor, o custo do programa deve ser amortizado dentro de um período de, no máximo, que equivale ao do lançamento das duas próximas versões.

Cabe ao Arquiteto identificar o perfil da sua produção. Nem todos os recursos existentes em um programa CADD arquitetônico podem ser necessários e compatíveis com o tipo de produção do seu escritório.

Com raras exceções, e principalmente por razões estratégicas, o Arquiteto pode ser usuário de somente um programa CADD. O mesmo programa pode desaparecer do mercado e o Arquiteto corre o risco de necessitar de grandes gastos paralelos com a aquisição, treinamento e adaptação do escritório e da equipe à novos programas.

O Arquiteto deve se precaver contra a utilização de um programa que disponha de poucos operadores no mercado. Os possíveis custos elevados com estes operadores podem ser compensados com a utilização de outro software que permita a terceirização de parte do serviço.

Não se deve terceirizar totalmente a produção dos documentos técnicos, pois a manutenção de uma pequena estrutura garante a continuidade dos trabalhos no caso de uma perda de conexão entre o escritório e os prestadores usuais de serviços.

Não basta também o programa escolhido possuir excelentes recursos e apresentar vantagens econômicas. É necessário também o adequado suporte técnico e a possibilidade de contar com treinamento especializado para a sua equipe. De nada vale uma ferramenta que não opera ou que ninguém sabe usar.

Diversos consultores aguardam para breve o lançamento de programas CADD que utilizam-se de recursos de realidade virtual, com seus periféricos específicos e que substituirão as interfaces atuais por outras mais produtivas. A produtividade deverá aumentar ainda mais dentro dos escritórios de Arquitetura que forem capazes de arcar com os custos destas tecnologias.

Observamos, através da imprensa especializada, como a cada dia grandes construções realizadas no Brasil recebem cada vez mais consultoria ou concepção parcial, e até total, de profissionais estrangeiros. Conhecer e dominar a tecnologia utilizada por estes profissionais é um caminho necessário, que pode garantir a permanência do Arquiteto brasileiro no mercado deste tipo de obra. Ou corremos o risco de nos tornarmos os “consultores observadores”, ou “observadores convidados” de grandes e importantes obras realizadas em nosso próprio país.

Outra opção seria o desenvolvimento de uma tecnologia no Brasil, com custos acessíveis ao consumidor final, que permitisse ao Arquiteto brasileiro alcançar os resultados obtidos pelos profissionais do primeiro mundo.

Afim de não assumirmos este papel de Arquitetos coadjuvantes e perdermos ainda mais espaço profissional, cabe aos profissionais, órgãos de classe e cursos de Arquitetura, a identificação, análise, aprendizado e difusão destas tecnologias entre nossos Arquitetos e estudantes de Arquitetura.

Se no Brasil temos, quando muito, nos preocupado com o impacto das ferramentas informatizadas na nossa Arquitetura e no

ensino de arquitetura, no primeiro mundo – *EUA, Europa e Japão* - os Arquitetos preocupam-se prioritariamente com a manutenção do “**status quo**” da profissão e com a preservação e o aumento de seus mercados.

No próximo e último capítulo apresentaremos as conclusões baseadas nos objetivos específicos determinados no item 1.3.2, ‘Objetivos Específicos’.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões referentes aos objetivos específicos determinados no item 1.3.2.

As considerações apresentadas sobre os objetivos específicos foram elaboradas através das informações existentes nas avaliações de programas CADD realizadas, na experiência do Autor e de outros Arquitetos na área, nas informações coletadas através da imprensa especializada e nos sites dos programas CADD.

Alguns dos objetivos específicos listados no item 1.3.2, e respondidos a seguir, apresentam questões já abordadas anteriormente em outras partes desta Dissertação com maiores detalhes.

No item **1.3.2.1**, *Identificar os principais programas de apoio a projetos arquitetônicos utilizados no Brasil*, definiram-se os seguintes programas CADD e CAD:

- ARRIS
- ArchiCAD
- 3D Max
- 3D Studio VIZ
- Strata
- AutoCAD sem aplicativos e também com o aplicativo brasileiro Arqui_3D)

- AutoCAD Architectural Desktop
- MicroStation
- MicroStation Triforma
- MiniCAD
- VectorWorks

No item **1.3.2.2**, *Identificar quais as plataformas de hardware mínimas necessárias*, através da experiência do Autor e de informações disponíveis nos sites dos fabricantes dos programas, definiu-se a plataforma mínima necessária para a utilização dos programas listados acima, para a plataforma IBM-PC compatível:

- Processador Pentium II ou equivalente de 400 MHz
- 64 MB de memória RAM
- Placa de vídeo de 8 MB, independente e não “onboard”
- Modem de 56 Mbps
- Monitor de 15”
- Driver para CD-ROM de 40x
- Driver interno para discos ZIP Iomega ou similar
- Disco rígido de 6.4 GB (Gigabytes)
- Mouse de três botões
- Teclado ergonômico

Para os programas que serão executados em plataforma **Apple Macintosh**, a plataforma mínima é a seguinte:

- Microcomputador I-MAC de 233 MHz
- 64 MB de memória RAM
- Driver externo para discos ZIP Iomega ou similar
- Placa de vídeo de 4 MB
- Disco rígido de 6.4 GB (Gigabytes)

No item **1.3.2.3**, *Identificar quais os periféricos adequados e necessários*, podemos definir os seguintes:

- Mesa digitalizadora
- Plotter para folhas com largura mínima equivalente ao papel A0, à jato de tinta ou à base de sublimação de cera, com alimentação, corte e posicionamento automático
- Scanner de cilindro (para folhas de tamanho superior ao A3)
- Máquinas fotográficas digitais
- Gravador para CD regravável (para armazenamento de grandes quantidades de dados)

Para o item **1.3.2.4**, *Identificar as possíveis limitações que estes programas apresentam no compartilhamento de informações*, foi possível observar que os atuais programas CADD arquitetônicos não apresentam limitações significativas na troca e compartilhamento de dados, devido aos recursos internos disponíveis ou à disponibilidade de programas aplicativos que são capazes de converterem diversos formatos.

Para o item **1.3.2.5**, *Caracterizar suas possibilidades de realizar trabalhos simultâneos*, observamos no item **3.2.14** "*Intervenção A – Projetos amplamente colaborativos*", que praticamente todos os programas CADD podem atualmente realizar trabalhos simultâneos graças à Internet e aos programas aplicativos para trabalho em rede. Como os dados podem ser trabalhados "online", profissionais localizados em escritórios diferentes podem trabalhar ao mesmo tempo em um mesmo projeto. A limitação passa a não mais ser o programa CADD, mas os recursos de rede – *hardware+software* – disponíveis.

Diversos são os aplicativos disponíveis capazes de produzir todos os projetos complementares necessários para a produção do projeto arquitetônico, permitindo ao Arquiteto escolher entre uma diversa gama de opções. A principal limitação para o acesso a estes recursos é o capital disponível para investimento e não mais a inexistência de recursos.

No item **1.3.2.6**, *Caracterizar sua capacidade de simulação das construções*, identificamos que todos os programas CADD disponíveis no mercado podem produzir perspectivas dos projetos, com diferentes níveis de detalhamento e de efeitos de fotorealismo.

Alguns utilizam programas complementares como o 3D MAX, VIZ ou Strata para a produção de animações e de perspectivas fotorrealísticas.

Conforme observado no item **2.5.2.2**, *Softwares de Simulação de Processos de Produção/Operação*, os programas CADD ainda não absorveram os recursos dos programas simuladores de processos, que são de extrema utilidade na simulação dos aspectos dinâmicos da produção e do uso da edificação.

BIBLIOGRAFIA

ANDREOLI, Mario Masagão. *Aplicação de projeto assistido por computador ao projeto de Arquitetura: um sistema de apoio à alocação de espaço*. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da USP, SP, 1990. 270p.

ANTENUCCI, John C. et alli. *Geographic Information Systems: A Guide to The Tecnology*. Chapman & Hall, New York, 1991. 301p.

ASIMOV, Morris. *Introdução ao Projeto*. 1a. edição. São Paulo. MESTRE JOU, 1962.

CHAPUIS, Florência. *A difusão de Sistemas CAD em escritórios de Arquitetura*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

D'ISSY, Marie. *CAD apóia Arquitetos em projetos do fura-fila*. Revista CADdesign, São Paulo, n.º 29, p.42-44p.

D'ISSY, Marie. *Construção civil ganha agilidade com programas CAD e CAE*. Revista CADdesign, São Paulo, n.º 14, p.35-39p.

DUARTE, Fabio. *Abrem-se as comportas*. Revista CADesign, São Paulo, n.º 31, p.70.

ECHEVERRIA, André. *CAD: do mainframe ao Java*. Revista CADXpress, São Paulo, nº3, p.66.

ENCICLOPÉDIA PRÁTICA DE INFORMÁTICA. Editora Abril S.A. Cultural, São Paulo, 1984. Vol I-IV.

GRANEMANN, Emerson Zanon. *A terceira onda da informática.* CAdesign nº5, Ed. MarketPress, São Paulo, pp.34-35.

GRANEMANN, Emerson Zanon. *Satélites geram imagens para GIS.* CAdesign nº10, Ed. MarketPress, São Paulo, pp. 38-39.

JULIO, Marcos Aparecido. *Compra de serviços reduz tempo e custos de projetos.* São Paulo, Revista CAdesign, 38, 1998. p.28-29p.

LUCCA, Rinaldo Tessuti de. *A informática no ensino de arquitetura.* Boletim ÓCULUM, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, n.º 10, Setembro de 1997.

LUCCA, Rinaldo Tessuti de. *A informática no Ensino de Arquitetura.* II Seminário Nacional A informática no Ensino de Arquitetura, Universidade Federal de Viçosa, 1996. Anais não publicados.

MARIM, Marcelo. *Universidade avalia sistemas para projetos arquitetônicos.* Revista CADdesign, São Paulo, n.º 20, p.58-59p.

OLIVEIRA, Claudia. *Faculdades investem em tecnologias de projeto.* Revista CADdesign, São Paulo, n.º 21, p.27-29p.

OLIVEIRA, Esio Glacy de. *Uma metodologia para o projeto arquitetônico.* Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos, 1979.

OLIVEIRA, David. *O papel do CAD na Arquitetura brasileira*. São Paulo, Revista CADware – Technology, nº10. p.40-42p.

PAREDES, Evaristo A. *Sistema de Informações Geográficas - Princípios e Aplicações (Geoprocessamento)*. Érica, São Paulo, 1994.

PIGNATARI, Décio. *Semiótica e Literatura: Icônico e Verbal, Ocidente e Oriente*. São Paulo, Cortez e Moraes, 1979. 125p.

PORTO, Erika Carvalho Dias. *Representação do projeto arquitetônico, da representação tradicional à informatizada*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos, 1997.

RÖHN, S.A. et alli. *Sistema de Informação Geográfica - Como Algumas Administrações Municipais vem Implantando esta Técnica*. Anais do III Congresso para Usuários de Geoprocessamento. Curitiba, 1996.

SOARES, Renata M. *CAD auxilia em soluções de acústica, calor e luminosidade*. São Paulo, CADesign, 1999. P.48-50p.

Tecnologia ajuda a antever funcionamento de fábricas, escritórios e hospitais. Revista CADdesign, São Paulo, n.º 20, p.26-29p.

Revista CADXpress, São Paulo, nº4, p.29-32p.

INTERNET

Segue a relação de sites consultados durante o ano de 1999.

- 3D MAX / 3D VIZ <http://www.ktx.com>
- AECinfo <http://www.aecinfo.com>
- Apple Computers <http://www.apple.com>
- ArchiCAD <http://www.graphisoft.com>
- Arqui_3D <http://www.grapho.com.br>
- ARRIS <http://www.arriscad.com>
- AutoCAD <http://www.autodesk.com>
- Autoenge <http://www.autoenge.com.br>
- Cadence Magazine <http://www.cadence-mag.com>
- CADKey <http://www.cadkey.com>
- CADxpress <http://www.cadxpress.com/portug/index.html>
- CATIA <http://www.catia.com>
- Corel <http://www.corel.com>
- DataCAD <http://www.gcq.com.br/datacad.htm>
- Designers 3D CAD Shootout for Architectural CADD Systems <http://www.architecturalcadd.com>
- Diehlgraphsoft <http://www.diehlgraphsoft.com>
- IBM <http://www.ibm.com>
- MicroStation <http://www.bentley.com>
- Solidedge <http://www.intergraph.com/solidedge>
- UniCAD <http://www.unicad.com.br>
- Unigraphics <http://www.unigraphics.com>