

**PRESENÇA E USO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO
ENSINO DE PROJETO ARQUITETÔNICO:
ESTUDO EXPLORATÓRIO NAS FACULDADES DE
ARQUITETURA E URBANISMO DE PORTO ALEGRE / RS**

Cristiana Brodt Bersano

Porto Alegre

abril 2003

CRISTIANA BRODT BERSANO

**PRESENÇA E USO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO
ENSINO DE PROJETO ARQUITETÔNICO:
ESTUDO EXPLORATÓRIO NAS FACULDADES DE
ARQUITETURA E URBANISMO DE PORTO ALEGRE / RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Engenharia na modalidade Acadêmico

Porto Alegre
abril 2003

B535p

Bersano, Cristiana Brodt

Presença e uso de Tecnologia da Informação no ensino de projeto arquitetônico: estudo exploratório nas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo de Porto Alegre / RS / Cristiana Brodt Bersano; orientador, Carin Maria Schmitt. – Porto Alegre, 2003.

Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

1. Projeto arquitetônico. 2. Tecnologia da Informação. I. Schmitt, Carin Maria. II. Título.

CDU72.011.1

CRISTIANA BRODT BERSANO

**PRESENÇA E USO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO
ENSINO PROJETO ARQUITETÔNICO:
ESTUDO EXPLORATÓRIO NAS FACULDADES DE
ARQUITETURA E URBANISMO DE PORTO ALEGRE / RS**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 25 de abril de 2003

Prof.a Carin Maria Schmitt
Dr. pelo PPGA/UFRGS
Orientadora

Prof. Francisco de Paula Simões Lopes Gastal
Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Airton Cattani (UFRGS)
Dr. pelo PGIE/CINTED/UFRGS

Prof. Hélio Adão Greven (UFRGS)
Dr. Ing. pela Technische Universität Hannover/Alemanha

Prof. Leonardo Rocha de Oliveira (PUC/RS)
Ph.D. pela University of Salford/Inglaterra

Dedico este trabalho aos meus pais Eduardo e Celia Carmen
e ao meu irmão André Luís que me apoiam
em todos os momentos da vida.

AGRADECIMENTOS

À professora Carin Maria Schmitt, pela paciência, incentivo, dedicação e amizade durante a realização deste trabalho.

Ao arquiteto Marcelo Mascarello, pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência do escritório.

Aos professores e colegas do Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela convivência e conhecimentos transmitidos.

Aos colegas Adriana e Leandro, companheiros nas aplicações dos questionários.

Ao bolsista Ismael, pelas infinitas tardes de tabulação dos questionários.

À amiga Lú Miron, pela ajuda na geração dos gráficos e constante disposição para auxiliar.

À Direção da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul pela oportunidade de trabalhar com Ensino de Projeto de Edificação, atividade que muito me realiza pessoal e profissionalmente.

RESUMO

BERSANO, C.B. Presença e Uso de Tecnologia da Informação no Ensino de Projeto Arquitetônico: estudo exploratório nas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo de Porto Alegre / RS. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

O uso de Tecnologia da Informação (TI) tem evoluído muito nos últimos anos e isto influencia, sem dúvida, o ensino e a prática da arquitetura. Observa-se que o ensino de projeto nas escolas de arquitetura se dá através de um processo prático-reflexivo, no qual os alunos aprendem fazendo, sob a orientação dos professores. O conhecimento arquitetônico, portanto, vai sendo construído através da análise e interpretação do projeto e a busca de significados a partir da sua representação, sejam esboços à mão livre ou imagens digitais. Desta forma, as disciplinas de prática projetual têm grande importância, sendo consideradas fundamentais para a formação do arquiteto. Reconhecendo que a aplicação da TI gera novos paradigmas projetuais, mostrou-se importante a investigação da docência e da prática profissional. Este trabalho tem por objetivo caracterizar a presença e o uso de TI no ensino de projeto arquitetônico nas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo (FAU) de Porto Alegre, RS. Demonstra-se, através dos resultados de estudo exploratório em quatro FAUs, as características pessoais e a forma como estão sendo desenvolvidas as habilidades dos alunos para a prática de projeto arquitetônico em função das tecnologias disponíveis e das tendências futuras que se apresentam a estes profissionais. Verificou-se como os estudantes usam recursos computacionais em geral, qual o seu o nível de conhecimento sobre TI e como tem sido feita a abordagem pelas FAUs deste tema. Explorou-se, de forma especial, a aplicação de sistemas CAD no processo de projeto arquitetônico. Constatou-se que os sistemas ainda são bastante sub utilizados e que as disciplinas dos currículos das FAUs estudadas levam a uma formação aquém da necessidade exigida pelos escritórios de arquitetura, onde o uso de recursos computacionais é corrente. Para estarem adequados as exigências do mercado de trabalho, os estudantes além de completarem o seu Curso, necessitam superar a necessidade de aprendizagem de sistemas computacionais, muitas vezes adquirida durante o estágio ou em cursos extra-curriculares.

Palavras-chave: ensino de arquitetura, processo projetual, projeto arquitetônico, projeto assistido por computador, Tecnologia da Informação.

ABSTRACT

BERSANO, C.B. The presence and the use of Information Technology (IT) in architectural design teaching: exploratory study in Porto Alegre's Architectural and Town Planning Schools, RS. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

The use of Information Technology (IT) has evolved dramatically over the last few years and this undoubtedly influences architectural teaching and practice. Design teaching in architecture schools has been perceived to be carried out through a practical-reflexive process in which the students learn on a hands-on basis under their professors guidance. Architectural knowledge, therefore, is gradually built through the design's analysis and interpretation as well as the search for meanings from its representation, whether freehand sketches or digital images. Thus the academic disciplines of design practice are highly important, being considered fundamental to an architect's education. Since IT application is considered to generate new design paradigms, the investigation into teaching and professional practice has been shown to be important. The aim of this study is to characterize the presence and the use of IT in architectural design teaching in Porto Alegre's Architectural and Town Planning Schools (FAU), RS. Through the results of the exploratory study in four FAU, personal characteristics and the way the students' skills are being developed for the architectural design practice as regards the available technologies and the future trends which present themselves to these professionals are shown. The way students use computational resources in general, their level of knowledge of IT and the FAU have approached this subject have been examined. The application of CAD systems in the architectural design process has been specially explored. The systems have turned out to be rather underused and the academic disciplines of these curricula have been found to lead to an education which falls short of what is required by architecture firms, where computational resources are widely employed. Students, to be suitable for the labour market demands, besides getting their degrees, have to overcome the need to learn computational systems, which is often done in internships or in extra-curriculum courses.

Key-words: architecture teaching, design process, architectural design, computer-aided design, Information Technology

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	p.12
1 INTRODUÇÃO	p.16
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.16
1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	p.19
2 MÉTODO DE PESQUISA	p.23
2.1 OBJETIVOS	p.23
2.1.1 Objetivo geral	p.23
2.1.2 Objetivos específicos	p.23
2.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	p.24
2.3 MÉTODOS DA PESQUISA	p.24
2.3.1 Revisão bibliográfica	p.26
2.3.2 Estudo exploratório: levantamento	p.27
2.3.2.1 Definição da amostra	p.27
2.3.2.2 Preparo do instrumento de pesquisa	p.28
2.3.3 Estudo exploratório: análise dos resultados	p.30
3 O ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROJETO DE ARQUITETURA	p.31
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.31
3.1.1 Ensino de projeto como referência à profissão do arquiteto	p.31
3.1.2 Destaque curricular da disciplina de projeto de edificação	p.32
3.1.3 Investigações sobre o futuro na educação arquitetônica	p.34
3.1.4 Relato de pesquisa sobre o panorama atual do uso da informática no ensino arquitetônico	p.35
3.2 ATELIÊ TRADICIONAL: ESPAÇO DE ENSINO E PRÁTICA DE PROJETO ARQUITETÔNICO	p.37
3.2.1 Tradição e criação do ateliê de projeto de edificação	p.37

3.2.2 Paradoxo do aprender a projetar em arquitetura	p.38
3.2.3 Papel do instrutor e do grupo de estudantes nas aulas de projeto de arquitetura	p.39
3.2.4 Atividades desenvolvidas no ateliê de projeto de edificação	p.40
3.3 ENSINO PRÁTICO-REFLEXIVO	p.41
3.3.1 Aprendizagem baseada no fazer	p.41
3.3.2 Conhecimento tácito	p.42
3.3.3 Conhecer-na-ação e Reflexão-na-ação	p.42
3.3.4 Interação sujeito-objeto na prática projetual arquitetônica	p.44
3.4 O ATELIÊ VIRTUAL: TECNOLOGIA NO ENSINO E NA PRÁTICA DE PROJETO	p.45
3.4.1 Aulas e exercícios virtuais	p.45
3.4.2 Tarefa didática especulativa	p.45
3.4.3 Experiência de ateliê manual-digital	p.46
3.5 ENSINO DE PROJETO E A PRÁTICA PROFISSIONAL	p.49
3.5.1 Inovações tecnológicas no ambiente acadêmico e no profissional	p.49
3.5.2 Instrutores de projeto: professores ou projetistas	p.51
3.5.3 Ensino de projeto como simulação da realidade	p.52
3.5.4 Paradigma didático da arquitetura	p.53
3.6 MORFOLOGIA DA ARQUITETURA	p.54
3.6.1 Arquitetura como cultura	p.54
3.6.2 Criação de uma nova estética	p.55
3.6.3 Projeto desenvolvido com sistemas informatizados	p.56
3.6.4 Fundamentação da Gestalt	p.58
4 PROCESSO PROJETUAL ARQUITETÔNICO.....	p.61
4.1 PROCESSO DE PROJETO TRADICIONAL	p.61
4.1.1 Aspectos envolvidos no processo projetual arquitetônico	p.61
4.1.2 Etapas do processo de projeto de arquitetura	p.62
4.1.3 A ação projetual	p.65
4.1.4 Relatos e descrições do processo projetual arquitetônico	p.66
4.2 PROCESSO DE PROJETO INFORMATIZADO	p.67

4.2.1	Aplicação da informática no processo de projeto arquitetônico	p.67
4.2.1.1	Computador como ferramenta de desenho e/ou de projeto	p.67
4.2.1.1.1	<i>Relato de exercício para um ateliê do 1º. ano de faculdade</i>	p.68
4.2.1.2	Níveis de aplicação do meio digital no processo de projeto arquitetônico	p.69
4.2.1.3	Aspectos positivos do uso de sistemas digitais no projeto	p.71
4.2.1.4	Possibilidades de modelagem do projeto	p.72
4.2.2	Desenho parametrizado: elementos e atributos	p.72
4.2.3	Padronização e homogeneização de arquivos e desenhos	p.73
4.2.4	Tecnologia computacional no projeto arquitetônico: ainda a sub-utilização	p.74
4.3	PROCESSO DE CRIAÇÃO	p.76
4.3.1	Criatividade e invenção: definições e obstáculos	p.76
4.3.2	Análise de referências para construção de repertório	p.77
4.3.3	Atividade criativa no projeto arquitetônico	p.79
4.3.4	Desenho como gerador de criatividade e de concepções de arquitetura	p.79
4.4	PROCESSO DE DESENHO	p.80
4.4.1	Origem do desenho para projeto de arquitetura	p.80
4.4.2	Habilidade para desenhar e a necessidade de aprender a ver	p.81
4.4.3	Natureza dual do raciocínio humano e o processo de desenho	p.82
4.4.4	Expressão e representação nos projetos arquitetônicos	p.83
4.4.4.1	Apresentação do projeto arquitetônico	p.83
4.4.4.2	Geometria e perspectiva: elementos do projeto arquitetônico	p.85
4.4.4.3	Desenho à mão livre: predileção pelo croqui	p.86
4.4.4.3.1	<i>Relato de estudo exploratório sobre preferências na representação arquitetônica</i>	p.87
4.5	INTERAÇÕES MÚLTIPLAS	p.88
4.5.1	Coexistência dos meios tradicional e digital no ateliê de arquitetura	p.88
4.5.2	Tecnologias multimídia e o projeto arquitetônico	p.89
5	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E SISTEMAS CAD	p.90
5.1	INFORMAÇÃO E TECNOLOGIA	p.90
5.1.1	Elementos e aplicação da tecnologia	p.90

5.1.2	Sistemas de informação e sociedade da informação	p.91
5.1.3	Evolução da técnica à tecnologia.....	p.92
5.2	SISTEMAS CAD E SUA HISTÓRIA	p.93
5.2.1	Início e avanços da computação gráfica	p.93
5.2.2	Primitivas e comandos dos sistemas CAD	p.94
5.2.3	Computação gráfica interativa	p.95
5.3	HARDWARE E SOFTWARE	p.96
5.3.1	Panorama geral	p.96
5.3.2	Equipamentos	p.96
5.3.2.1	Plataformas de trabalho	p.96
5.3.2.2	Dispositivos e interfaces	p.97
5.3.3	Programas	p.100
5.3.3.1	Adequação da escolha	p.100
5.3.3.2	Características e interfaces	p.101
5.4	REALIDADE VIRTUAL	p.102
5.4.1	Início e avanços, aplicações e equipamentos	p.102
5.4.2	Apresentação de projetos: cinematografia, renderização e fotorrealismo	p.104
5.4.3	Apreensão de espaços: animações, modelagem e simulações	p.106
5.4.4	Implicações, potencialidades e limitações	p.107
5.5	INTERNET	p.108
5.5.1	Reduzindo distâncias com a World Wide Web	p.108
5.5.2	Intranet e correio eletrônico	p.109
5.5.3	Extranet e projeto colaborativo	p.110
5.6	NOVOS CAMPOS DE ATUAÇÃO DO ARQUITETO	p.111
5.6.1	Mudanças no campo da arquitetura	p.111
5.6.2	Edificação virtual e edificação real	p.112
5.6.3	Cyberespaço: próxima geração de ambientes digitais	p.113
5.6.4	Experiências arquitetônicas em ambientes computadorizados	p.116
6	CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO: DIRETRIZES E ESTUDO	
	EXPLORATÓRIO	p.118

6.1 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO: DIRETRIZES CURRICULARES E EXAME NACIONAL DE CURSOS	p.118
6.1.1 Diretrizes curriculares gerais	p.118
6.1.2 Exame nacional de cursos	p.120
6.2 DECLARAÇÃO SOBRE ENSINO DE ARQUITETURA: UIA E UNESCO	p.123
6.3 ESTUDO EXPLORATÓRIO: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	p.123
6.3.1 Análise geral das respostas	p.123
6.3.2 Faculdades pesquisadas	p.124
6.3.2.1 Características básicas	p.124
6.3.2.2 Participação de cada FAU	p.124
6.3.2.3 Disciplinas de Tecnologia da Informação	p.125
6.3.3 Características pessoais, acadêmicas e de estágio	p.126
6.3.4 Características sobre o uso de recursos computacionais em geral	p.129
6.3.5 Características sobre o uso da internet	p.135
6.3.6 Características das aulas de projeto de edificações	p.137
6.3.7 Características sobre o uso de recursos computacionais no processo de projeto	p.141
6.4 Considerações finais	p.147
6.5 Sugestões para outros trabalhos	p.148
REFERÊNCIAS	p.149
APÊNDICE A – ESTUDO EXPLORATÓRIO: QUESTIONÁRIO APRESENTADO PARA OS ALUNOS	p.155
APÊNDICE B – ESTUDO EXPLORATÓRIO: QUESTIONÁRIO APRESENTADO PARA OS PROFESSORES	p.165
APÊNDICE C – TABULAÇÃO DAS NÃO RESPOSTAS DOS PROFESSORES	p.175

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: fluxograma de desenvolvimento da pesquisa	p.25
Figura 2: variáveis que caracterizaram pessoal e profissionalmente professores e alunos das FAU	p.28
Figura 3: variáveis que caracterizaram o uso de recursos computacionais em geral por alunos e professores	p.29
Figura 4: variáveis que caracterizaram o uso de Internet por alunos e professores	p.29
Figura 5: variáveis que caracterizaram as aulas de projeto de edificações sob a ótica de alunos e professores das FAU	p.29
Figura 6: variáveis que caracterizaram o uso de recursos computacionais no processo de projeto conforme indicações de alunos e professores das FAU	p.30
Figura 7: esquema da prática projetual como mera síntese de conhecimentos obtidos nas disciplinas teóricas, históricas e técnicas	p.33
Figura 8: esquema da prática projetual como uma doutrina relativamente autônoma, que é enriquecida pela contribuição de conhecimentos de outras áreas	p.33
Figura 9: esquema do ensino de projeto reativo	p.34
Figura 10: esquema do ensino de projeto ativo	p.34
Figura 11: caixa preta - o projeto visto como inspiração, talento, intuição, fatores obviamente não ensináveis	p.39
Figura 12: caixa de vidro - o processo projetual respaldado num método explícito, codificável e transmissível	p.39
Figura 13: mapa linear de intervenções e respostas da seqüência de ações e reflexões recíprocas do diálogo entre o estudante e o instrutor	p.43
Figura 14: ações diagonais na escala da reflexão quando a ação de uma parte desencadeia a reflexão da outra	p.43
Figura 15: tríade vitruviana como pano de fundo à conceituação do fazer arquitetônico	p.54
Figura 16: croqui à mão livre do Museu Guggenheim de Bilbao	p.58
Figura 17: diferentes planos que envolvem o projeto de edificações: imagem mental e mundo real	p.62

Figura 18: processo projetual se desenvolve em etapas no tempo, diminui a incerteza em relação ao problema inicial e cresce a definição em relação à solução proposta ..	p.63
Figura 19: habilidade do projetista de visualizar conceitos	p.78
Figura 20: componentes exigidos para a habilidade global para desenhar	p.82
Figura 21: comparação de características dos lados esquerdo e direito do cérebro humano	p.83
Figura 22: adaptação da comparação de características dos lados esquerdo e direito do cérebro humano com características de funcionamento de um computador e de raciocínio de um projetista	p.85
Figura 23: uma figura geometricamente impossível, pode ser desenhada com técnicas requintadas, mas nem por isso tornar-se exequível	p.85
Figura 24: índice de produtividade frente aos avanços tecnológicos de hardware e software e sua aplicação pelas pessoas	p.96
Figura 25: mesa digitalizadora: dispositivo para o processo projetual arquitetônico	p.98
Figura 26: D-Board: dispositivo para o processo projetual arquitetônico	p.99
Figura 27: indumentária típica da realidade virtual	p.103
Figura 28: respostas de alunos e professores para a questão do provão 2002 do MEC ...	p.122
Figura 29: número de alunos admitidos por semestre nas faculdades pesquisadas	p.124
Figura 30: distribuição percentual dos alunos que responderam ao questionário por FAU	p.125
Figura 31: distribuição dos alunos por sexo	p.126
Figura 32: distribuição dos alunos por idade	p.126
Figura 33: identificação dos alunos que cursaram outra faculdade	p.127
Figura 34: identificação do ano de ingresso na FAU	p.128
Figura 35: semestres que os alunos estão cursando, tendo como referência a disciplina de projeto de edificação	p.128
Figura 36: alunos que fazem estágio em escritórios de projetos de arquitetura	p.128
Figura 37: tempo de experiência como estagiários em escritórios de projetos de arquitetura	p.129

Figura 38: local onde aprendeu a usar recursos computacionais em geral	p.130
Figura 39: local onde aprendeu a usar programas de computação gráfica	p.130
Figura 40: auto classificação como usuário de programas gráficos	p.131
Figura 41: tempo de uso de recursos computacionais pelos alunos em casa, estágio e FAU	p.132
Figura 42: plataforma utilizada pelos alunos em casa, estágio e FAU	p.132
Figura 43: utilização de computadores em rede em casa, estágio e FAU	p.133
Figura 44: entendimento por parte dos alunos do que é TI	p.133
Figura 45: finalidade para qual os alunos utilizam TI com maior intensidade	p.133
Figura 46: utilização de padronização para nomear ou organizar arquivos	p.134
Figura 47: frequência com que o estudante faz cópia de segurança do seu disco rígido .	p.134
Figura 48: cruzamento entre a frequência com que o estudante faz cópia de segurança do seu disco rígido e da utilização de padronização para nomear ou organizar arquivos	p.134
Figura 49: o que representa o uso de recursos computacionais para os alunos	p.135
Figura 50: acesso à Internet em casa, estágio ou FAU	p.136
Figura 51: frequência de acesso à e-mail e sites	p.136
Figura 52: cruzamento das respostas relativas a participação de reuniões on-line e recebimento de boletins via e-mail	p.136
Figura 53: acesso a sites sobre AEC e utilidade das informações obtidas	p.137
Figura 54: cruzamento do posicionamento dos alunos quanto à eficiência da apresentação de um projeto de arquitetura via Internet e a experiência pessoal dos respondentes	p.137
Figura 55: indicação dos alunos do local onde ocorrem os ateliês	p.138
Figura 56: indicação dos alunos sobre a estruturação dos ateliês	p.138
Figura 57: desenvolvimento do projeto em aula na FAU	p.139
Figura 58: justificativa dos alunos por não desenvolverem seus projetos em aula na FAU	p.139

Figura 59: postura dos professores quanto ao uso de CAD	p.140
Figura 60: etapa do processo que o uso dos recursos computacionais parece mais conveniente	p.141
Figura 61: sistemas CAD mais utilizados	p.142
Figura 62: sistemas RENDER mais utilizados	p.142
Figura 63: tarefa do processo que é desenvolvida com maior frequência no computador	p.143
Figura 64: serviços que o aluno terceirizaria	p.143
Figura 65: critérios de lógica dos CAD e o pensamento do projetista	p.143
Figura 66: projetista com sucesso hoje = domínio de CAD	p.144
Figura 67: cadista x profissional projetista	p.144
Figura 68: excelente apresentação gráfica, valendo-se de recursos computacionais mascara problemas de projeto	p.145
Figura 69: uso de CAD limita o trabalho do desenhista detalhista	p.145
Figura 70: conhecimento de projeto colaborativo	p.146
Figura 71: gerenciamento de projeto utilizando extranet	p.146
Figura 72: já ouviu falar e/ ou já teve experiência pessoa com RV	p.146
Figura 73: utilização de mesa digitalizadora	p.147

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A arquitetura hoje é uma das profissões que possuem vínculo direto com o uso de recursos computacionais. O dia-a-dia do arquiteto sofreu enormes transformações com o advento da informática e da popularização dos computadores PC. Contudo, pode-se observar que, mesmo assim, o arquiteto ainda não está familiarizado com a Tecnologia da Informação (TI) (ALVARENGA, 1999, p.84).

Montagú (2001) indica que no contexto internacional existem novos paradigmas projetuais que devem ser investigados sobre os efeitos da aplicação da TI, primeiro na docência e, possivelmente, logo na atividade profissional. O impacto dos sistemas de computação gráfica produziu um deslocamento dos sistemas de expressão tradicionais que alteraram tanto a atividade pedagógica como a de investigação e, também, a do profissional da área da arquitetura.

Com relação a atividades pedagógicas e ensino em geral, Negroponte (1995, p.209) afirma que há poucas diferenças fundamentais entre a maneira como se ensina hoje e aquela de 150 anos atrás. Para o autor, o emprego da tecnologia encontra-se quase no mesmo nível. De acordo com pesquisa do Ministério da Educação Americano (*U.S. Department of Education*), 84% dos professores só considera absolutamente essencial um tipo de Tecnologia da Informação: uma fotocopadora com um suprimento adequado de papel.

Considera-se que é inegável a necessidade constante de atualização, de preparo para aceitar e se adaptar às constantes mudanças do mundo atual e futuro. No ensino-aprendizagem de projeto este fato não é diferente, exigindo disposição de professores e dirigentes de Instituições de Ensino no sentido de proporcionar ambiente propício e cativar os alunos para estas adaptações. A TI está presente em todos os campos da vida moderna e a sua inclusão no ensino das disciplinas de projeto de arquitetura é uma realidade atual. Além disto, as Instituições de Ensino devem considerar e acompanhar os avanços rápidos que ocorrem.

Em todos os Cursos de Arquitetura do mundo, as disciplinas de projeto formam o conjunto didático mais importante de seus currículos (RIO, 1998, p.203). O ensino-aprendizagem de arquitetura ocorre a partir do produto: o projeto, entendido como um fruto de um ato criativo do aluno. Nele se realiza sua personalidade artística, uma motivação forte de sua escolha de carreira. Por isso o ensino de projeto é entendido como fundamental na formação do arquiteto (MARTINEZ, 1998, p.90).

Brito (2000) afirma que os arquitetos há algum tempo já incluíram o computador à sua rotina de trabalho, mas, mesmo assim, a grande maioria dos profissionais ainda inicia o lançamento do projeto na prancheta, desenhando croquis e esboços à mão livre. Para a autora, esse método de trabalho do arquiteto não deve ser abolido, mesmo com o avanço da tecnologia. A autora explica que:

Os desenhos à mão livre são uma atividade importante e natural no processo de projeto, pois permitem que os projetistas lidem com diferentes níveis de abstração simultaneamente. Por exemplo, ao mesmo tempo que se lança a planta baixa, já se pode esboçar uma perspectiva do espaço projetado e detalhar um determinado elemento que se quer explorar esteticamente, tudo isto em escalas diferentes.

A autora ainda acrescenta que os sistemas CAD (*Computer Aided Design*), atualmente, não permitem esta rapidez e agilidade de expressão nas etapas iniciais de concepção. Neste sentido, Lawson (1986) coloca que é obviamente essencial para um projetista ter um bom entendimento das tecnologias relevantes ao seu campo, mas isto sozinho não irá fazer um projetista produtivo e bem sucedido.

Sempre existiram dificuldades para representar adequadamente os projetos. Os desenhos 2D são uma abstração, que exige habilidade e conhecimento técnico do autor e de quem lê o projeto. A computação gráfica oferece ganhos neste sentido. As possibilidades de apresentar um projeto em 3D facilitam a visualização. De qualquer forma, vem sendo utilizada mais como ferramenta de desenho do que de projeto.

Martinez (1998, p.225), coloca que a introdução dos computadores produz uma nova revolução na representação da arquitetura. Contudo, afirma que desenhar é uma cultura, não simplesmente uma técnica. Para projetar, deve-se entrar nesta cultura. Não cabe imaginar que uma nova técnica substitua por inteiro o modo de fazer anterior. O autor afirma ainda, que revolucionar não é substituir. Cada nova técnica é uma inserção que se faz sobre o tronco da

cultura projetual existente. Cultura projetual e arquitetura, na realidade, se confundem. Para Mizoguchi (1986, p.81) buscar, pesquisar, experimentar uma linguagem plástica para a arquitetura é uma das tarefas primordiais do seu ensino, sob pena de esta vir a romper seus vínculos com a realidade, remetendo o arquiteto à posição meramente especulativa e elitista da arte pela arte.

Profissionais e empresários, professores e estudantes, pessoas comuns e dirigentes, estão todos, conscientemente ou não, comprometidos em cada ato, em cada momento, com a formação da cultura em nosso país. A arquitetura é, sem dúvida, entre as manifestações culturais, aquela de maior consumo compulsório. No cotidiano de cada um, desde a moradia, o ambiente de trabalho, os ambientes para serviços e lazer, até os espaços das cidades, a arquitetura e o urbanismo estão sendo percebidos e avaliados permanentemente, voluntariamente ou não. Daí sua importância como indicadores e geradores de cultura (FAYET, 2000, p.3)

O estado de avanço produtivo e cultural de hoje clama por um equilíbrio dinâmico entre os sistemas manual e digital de representação. É evidente que se precisa de ambos os meios, já que um abre territórios de ação e práticas diferentes, inacessíveis pelo outro. O que é ainda mais relevante, sua interação gera oportunidades sinérgicas, ou seja, associações simultâneas de vários fatores que contribuem para uma ação coordenada, que transcendem enormemente suas vantagens individuais. Uma diversidade de instrumentos e metodologias não só oferece uma maior capacidade de escolha como também cria condições de geração de inovações (BERMÚDEZ; STIPECH, 1997).

Podemos definir três níveis de aplicação dos meios digitais no processo de projeto assistido por computador, que serão abordados nesta dissertação como:

- a) ferramenta de representação;
- b) parte componente do processo;
- c) ambiente exclusivo de projeção.

Segundo Schrega (1999, p.96), no início a informática foi adotada em escritórios de arquitetura somente como meio de armazenamento de informações, estatísticas e

documentação. Após este primeiro momento, passou-se então para a utilização no desenvolvimento do desenho como **prancheta eletrônica** e, hoje, é a mais importante ferramenta de desenvolvimento de projetos que jamais surgiu.

A informação desempenha papel fundamental na sociedade mundial em todos os aspectos. A informação necessita de tecnologia adequada para ser utilizada com todo seu potencial. Assim, apesar de tudo, é o recurso humano que definirá as necessidades reais da informação, adotará e utilizará determinados software e máquinas.

1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

O Universo é dinâmico e está em constante mudança. Algumas mudanças são rápidas e outras são lentas. Nas duas últimas décadas do século XX, foram vivenciadas algumas das mudanças mais radicais e mais sensíveis de nossa história. O fenômeno da informática alterou profundamente todas as atividades humanas. A arquitetura em seu modo de pesquisa e trabalho foi diretamente atingida por estas alterações e se está observando cada vez mais a profundidade destas mudanças (SCHREGA, 1999, p.96).

A popularização do uso da informática através dos computadores pessoais tem mudado de forma revolucionária a produção e o trabalho em todas as áreas, desde o conhecimento até os passatempos. A influência desta cultura digital se manifesta mundialmente com pequenas particularidades em cada região. Os arquitetos precisam vê-la através de alguns aspectos disciplinares do projeto e dos processos criativos da arquitetura (BERMÚDEZ; STIPECH, 1997). A vida digital é quase genética em sua natureza, pois cada geração vai se tornar mais digital do que a anterior. Os bits de controle desse futuro digital estão mais do que nunca nas mãos dos jovens (NEGROPONTE, 1995, p. 218).

O exercício da profissão do arquiteto é condicionado pela permanente busca do conhecimento, pela curiosidade em obter novas informações e atualização técnica em todos os campos de atuação, como por exemplo: projeto de edificações, construção, desenho industrial e programação visual, planejamento e desenho urbano-territorial, urbanismo, projeto de interiores, restauração e reciclagem de edifícios históricos, pesquisa acadêmica, tecnologia da informação, programas computacionais (FUJIOKA, 2000, p.11).

Desta forma, justifica-se esta pesquisa por uma série de circunstâncias e fatos que serão investigados para ser possível, no final do trabalho, se ter um posicionamento sobre a realidade. Pode-se citar:

- a) o uso de TI tem evoluído muito nos últimos anos e isto tem influenciado o ensino e a prática da arquitetura;
- b) houve alterações no processo de projeto de obras de edificação com a intensificação do uso de TI e isto ocorreu com grande ênfase no projeto arquitetônico;
- c) nas escolas de arquitetura, as disciplinas de prática projetual têm grande importância e são consideradas fundamentais para a formação do arquiteto;
- d) o ensino de projeto de arquitetura se dá através de um ensino prático-reflexivo, no qual os alunos aprendem fazendo, sob orientação dos professores;
- e) o espaço tradicional para o ensino do projeto arquitetônico é o ateliê, onde se pretende que os estudantes desenvolvam suas idéias e troquem conhecimentos com professores e colegas;
- f) o uso de sistemas CAD está mudando a dinâmica dos ateliês nas faculdades de arquitetura e urbanismo;
- g) o projeto envolve um processo criativo, que é desenvolvido à medida que os estudantes desenham diversas soluções para um determinado problema;
- h) desenhar é uma habilidade que pode ser aprendida e está interligada ao ato de enxergar;
- i) a arquitetura é comunicada através da representação gráfica, e à medida que o aluno aprimora-se no desenho, ele desenvolve sua capacidade de projetar;
- j) a realidade virtual pode alterar o instrumental de representação e a concepção de projetos de arquitetura;
- k) o projeto assistido por meios digitais pode ser utilizado de três maneiras,

- servir somente como ferramenta de representação do espaço arquitetônico concebido de forma tradicional;
 - assumir o meio digital como parte componente do processo;
 - utilizar o meio digital como ambiente exclusivo de projeção;
- l) as tecnologias digitais geraram uma mudança na prática profissional do arquiteto porque representam uma nova maneira de pensar e, portanto, uma nova maneira de executar as tarefas;
- m) sempre existirá a necessidade de o arquiteto saber se expressar à mão livre, exigindo-se desenvolvida capacidade de visualização e representação 3D através do croqui;
- n) o uso de ferramentas computacionais por estudantes de arquitetura para o desenvolvimento de seus projetos acadêmicos deve ocorrer somente quando ele já dominar desenho técnico e geometria descritiva;
- o) o uso de sistemas CAD necessita da criação de padrões de nomenclatura a fim de possibilitar a troca de informações entre projetista e demais envolvidos no processo.

Feita esta introdução do trabalho, são apresentados os capítulos seguintes para permitir uma visão geral desta dissertação.

O **capítulo 2** apresenta o **método de pesquisa**, demonstrando como o trabalho foi encaminhado e desenvolvido, explicitando seus objetivos, pressupostos, limitações e detalhando as etapas da pesquisa.

O **capítulo 3** aborda o **ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura**, apresentando o ensino projetual como referência à profissão do arquiteto e o destaque curricular que esta disciplina assume. É descrito o ateliê tradicional como espaço de ensino e prática de projeto arquitetônico. São identificadas as atividades desenvolvidas e o papel do professor, como instrutor, e do grupo de colegas, nesta aprendizagem baseada no fazer. Também é discutido o ateliê virtual, experiência que vem sendo aplicada em todo o mundo, que utiliza as possibilidades oferecidas pelos recursos computacionais e pela Internet e potencializa o processo investigativo e a auto-aprendizagem. Por fim, discute arquitetura como cultura, num

momento em que as inovações tecnológicas são vistas por alguns autores como criadoras de uma nova estética arquitetônica.

No **capítulo 4**, inicialmente, são apresentados aspectos envolvidos no **processo de projeto tradicional** e descritas suas etapas. Num segundo momento, é abordado o **processo de projeto informatizado**. Discute-se o computador como ferramenta de desenho e/ou projeto, aspectos positivos do uso de sistemas digitais e possibilidades de modelagem dos objetos. O capítulo apresenta a tecnologia computacional ainda sub utilizada em arquitetura. São também abordados os processos criativo e de desenho.

O **capítulo 5** apresenta **elementos e aplicações da TI**. É feito um breve histórico dos sistemas de computação gráfica, além da abordagem de algumas primitivas e comandos. É traçado um panorama geral dos equipamentos e programas disponíveis, além da apresentação de interfaces mais adequadas para os arquitetos. O tema da realidade virtual aparece mostrando seus avanços e aplicações, que no futuro, podem ser extremamente úteis ao ensino e à prática projetual arquitetônica. A utilização de recursos como cinematografia, renderização e fotorrealismo, podem transformar positivamente a forma de apresentação de projetos de arquitetura. As possibilidades de animação, modelagem e simulação podem auxiliar na apreensão dos espaços. Por fim, o capítulo aborda Internet, valiosa ferramenta de informação e comunicação que gera mudanças significativas no campo da arquitetura.

O **capítulo 6** apresenta **diretrizes dos cursos de arquitetura e urbanismo**, salientando a preocupação com as disciplinas de informática aplicada, e o **estudo exploratório** desta dissertação. A análise dos resultados do estudo exploratório sobre as FAU, destaca as características dos alunos quanto ao uso de recursos computacionais em geral, o uso da Internet, as aulas de projeto e o uso de recursos computacionais no processo de projeto. São feitas considerações finais sobre os resultados obtidos e sugestões para trabalhos futuros.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo mostra como o trabalho foi desenvolvido, salientando inicialmente seus objetivos, limitações e métodos de pesquisa empregados.

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é a caracterização da presença e do uso de Tecnologia da Informação no ensino de projeto arquitetônico nas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo de Porto Alegre (RS).

2.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- a) verificação da forma como estão sendo desenvolvidas as habilidades do aluno para o uso de programas computacionais aplicativos em função das tecnologias disponíveis no mercado e das tendências que se apresentam aos profissionais de arquitetura;
- b) análise das práticas acadêmicas como simulações preparatórias para a prática profissional do arquiteto;
- c) discussão da relação entre o uso de ferramentas computacionais e as diferentes fases de realização de um projeto de arquitetura;

- d) verificação da associação dos processos criativo e de representação gráfica ao desenvolvimento de projetos de arquitetura.

2.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa apresenta algumas limitações que deverão ser consideradas na sua análise. Tais limitações têm sua origem tanto na restrição de tempo para sua execução como também na necessidade de delimitar e fixar o enfoque a ser dado, em busca de maior possibilidade de sucesso.

As principais limitações são:

- a) na análise do uso de TI nas disciplinas dos cursos de arquitetura, somente serão abordados os itens relacionados com a prática de projeto de edificação;
- b) a análise do uso de TI no processo projetual arquitetônico, não inclui julgamentos da qualidade estética, formal ou compositiva do produto final. Apesar de abordar o assunto brevemente devido à sua importância, o foco será o processo e não o produto;
- c) o estudo concentrou-se no ambiente acadêmico.

2.3 MÉTODOS DA PESQUISA

Para alcançar os objetivos descritos, a pesquisa foi desenvolvida seguindo as etapas apresentadas no fluxograma da figura 1: revisão bibliográfica, estudo exploratório e análise dos resultados.

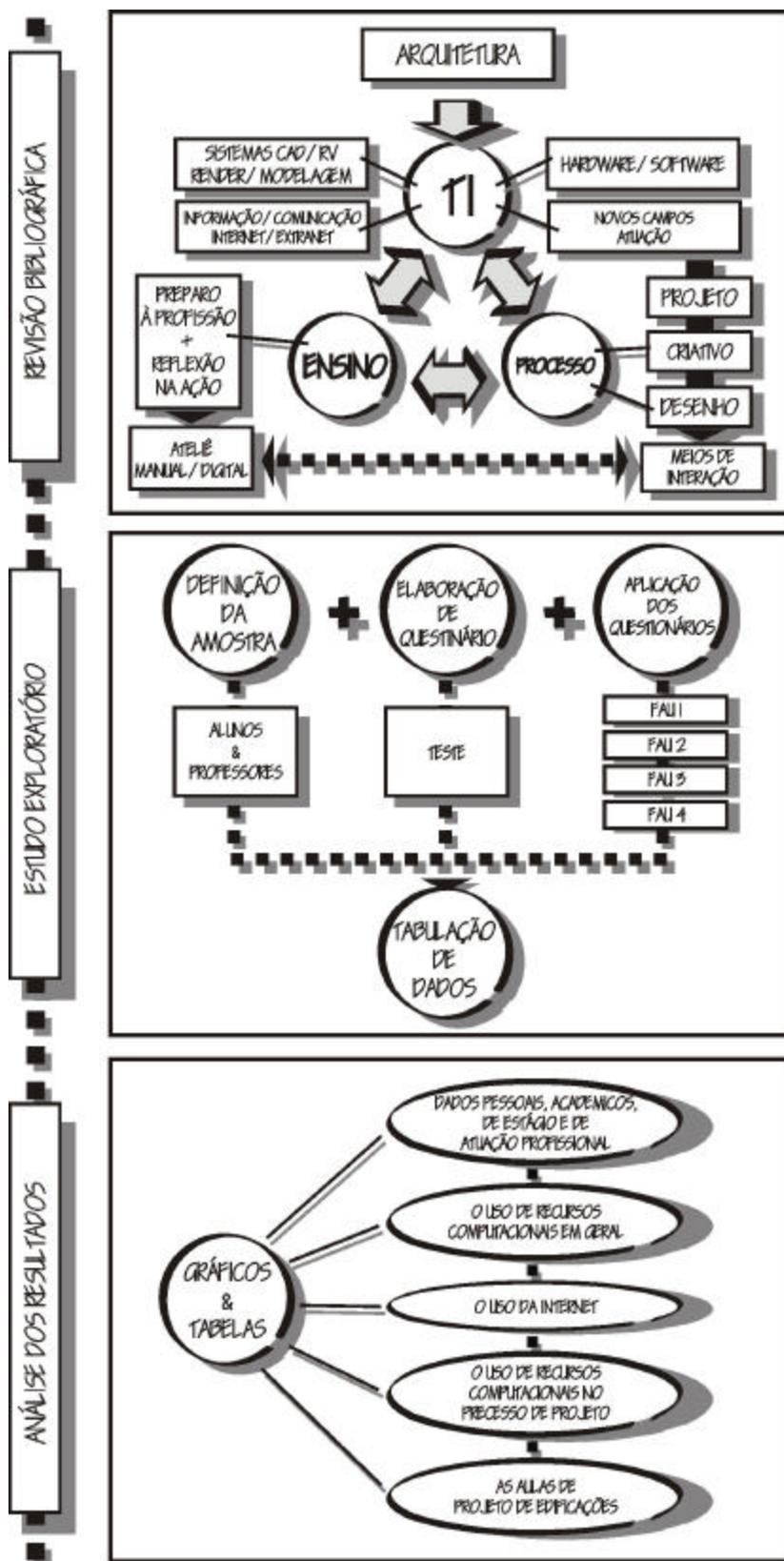


Figura 1: fluxograma de desenvolvimento da pesquisa

Cabe salientar que todos os envolvidos nesta pesquisa, professores e estudantes serão informados dos resultados obtidos ao final do trabalho através das suas instituições, ainda que para cada Instituição somente a sua identificação será declarada entre as pesquisadas. Isto facilita que cada Instituição possa analisar os resultados comparativamente, sem necessariamente identificar a situação particular das outras Faculdades de Arquitetura.

As etapas apresentadas na figura 1 estão detalhadas nos próximos itens.

2.3.1 Revisão bibliográfica

Foi realizada a busca para a identificação de publicações em geral que abordassem assuntos relacionados com:

- a) processo de ensino-aprendizagem projetual de arquitetura;
- b) processos de projeto, criativo e de desenho;
- c) tecnologia da informação e sistemas de informação relacionados a arquitetura;
- d) equipamentos e programas digitais utilizados em arquitetura.

A leitura considerou tanto os aspectos relativos as atividades acadêmicas como as profissionais. Procurou-se realizar uma busca de referências atuais sobre o tema, textos preferencialmente publicados a partir de 1990, com algumas exceções nos assuntos ensino-aprendizagem e desenho.

Além do material encontrado na literatura, buscou-se informações junto às faculdades onde seriam aplicados os questionários e junto ao MEC - diretrizes e objetivos com relação ao tema da informática aplicada à arquitetura.

2.3.2 Estudo exploratório: levantamento

Para realização do estudo exploratório, as seguintes fases foram vencidas: definição da amostra e preparo do instrumento de pesquisa.

2.3.2.1 Definição da amostra

Foi definido que as Faculdades de Arquitetura e Urbanismo (FAU) que iriam participar da pesquisa seriam as localizadas em Porto Alegre (RS). Desta forma, quatro instituições foram identificadas. Cada uma foi identificada por uma letra: A, B, C e D.

A intenção era a de abordar professores e alunos utilizando como instrumento de pesquisa o questionário. Uma vez definidos, os questionários foram aplicados pessoalmente aos respondentes:

- a) professores das disciplinas de prática de projeto de edificação;
- b) alunos das disciplinas de prática de projeto de edificação, abordados durante o desenvolvimento da aula. Os alunos respondentes foram alunos que freqüentavam no mínimo o quarto semestre do curso, pois desta etapa em diante que os estudantes iniciam seu contato mais próximo com o processo projetual e com as disciplinas de informática aplicada à arquitetura.

Definidas as particularidades de professores e alunos dos quais eram desejadas as respostas, buscou-se a permissão das Direções das FAU para aplicação do questionário. Indicado dia e horário para aplicação do questionário, esses foram aplicados pela pesquisadora, considerando-se os alunos presentes naquela data. Identificados os professores, estes foram contatados pessoalmente para responder ao questionário.

2.3.2.2 Preparo do instrumento de pesquisa

Frente à bibliografia consultada e as questões práticas que podem ser observadas no comportamento dos profissionais arquitetos em suas atividades, foram definidas variáveis a serem analisadas através das perguntas dos questionários. Frente a natural diferença entre os respondentes, alunos e professores, dois questionários foram criados. Entre o questionário aplicado aos alunos (apêndice A) e aos professores (apêndice B), não existem muitas questões distintas. As variáveis foram agrupadas pelo tipo de análise que pretendia fazer, com alunos e professores sobre características:

- a) pessoais, acadêmicas, de estágio e profissionais;
- b) do uso em geral de tecnologia da informação;
- c) do uso da Internet;
- d) das aulas de projeto de edificação;
- e) do uso de tecnologia da informação no processo de projeto.

Nas figuras 2 a 6 são apresentados esses cinco grupos de características e as variáveis específicas estudadas.

RESPONDENTES	ALUNOS	PROFESSORES
VARIÁVEIS	sexo faixa etária ano de ingresso	
	se já foi aluno de outra FAU semestre que está cursando se faz estágio em escritório de arquitetura tempo de estágio	se leciona em outra FAU atuação profissional tipo de escritório e caracterização da equipe tempo que atua como projetista

Figura 2: variáveis que caracterizaram pessoal e profissionalmente professores e alunos das FAU

RESPONDENTES	ALUNOS	PROFESSORES
VARIÁVEIS	<p>onde aprendeu recursos computacionais</p> <p>onde aprendeu CAD</p> <p>como se classifica quanto ao uso de CAD</p> <p>tempo de uso de CAD</p> <p>plataforma que utiliza</p> <p>critérios para escolha do software</p> <p>utiliza máquinas instaladas em rede</p> <p>o que entendi por TI/ para que finalidade usa TI</p> <p>utiliza padrões para nomear/ organizar arquivos</p> <p>faz cópia de segurança dos arquivos</p> <p>o que representa o uso de recursos computacionais</p>	
		<p>intensidade de uso de sistemas computacionais em projeto recente de sua autoria</p>

Figura 3: variáveis que caracterizaram o uso de recursos computacionais em geral

RESPONDENTES	ALUNOS	PROFESSORES
VARIÁVEIS	<p>acesso à internet em casa, estágio, escritório, FAU</p> <p>freqüência acesso e-mail e sites</p> <p>utiliza informações obtidas nos sites AEC</p> <p>recebe boletins eletrônicos</p> <p>apresentação de projeto através da internet</p> <p>participa de reuniões on line</p>	

Figura 4: variáveis que caracterizaram o uso da Internet

RESPONDENTES	ALUNOS	PROFESSORES
VARIÁVEIS	<p>local das aulas</p> <p>estruturação das aulas</p> <p>desenvolvimento das aulas</p> <p>postura dos professores quanto ao uso de CAD nos projetos</p>	

Figura 5: variáveis que caracterizaram as aulas de projeto de edificações

RESPONDENTES	ALUNOS	PROFESSORES
VARIÁVEIS	<p>etapa do processo mais conveniente para o uso de CAD</p> <p>sistema de CAD/ sistema de RENDER que usa</p> <p>tarefa do processo que mais utiliza computador</p> <p>serviços que tercerizaria</p> <p>critérios de lógica programa x projetista</p> <p>projetista para ter destaque deve dominar CAD</p> <p>CAD pode ser limitador do desenhista detalhista</p> <p>cadista sem formação x projetista arquitetônico</p> <p>apresentação pode “mascarar” problemas</p> <p>projeto colaborativo sabe o que é/ já utilizou extranet</p> <p>realidade virtual: sabe o que é/ já utilizou</p> <p>já utilizou mesa digitalizadora</p>	

Figura 6: variáveis que caracterizaram o uso de recursos computacionais no processo projetual

2.3.3 Estudo exploratório: análise dos resultados

Uma vez concluída a aplicação dos questionários, ocorreu a classificação e documentação dos dados obtidos no levantamento. No total foram aplicados 48 questionários para professores e 444 questionários para estudantes.

3 O ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROJETO DE ARQUITETURA

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

3.1.1 Ensino de projeto como referência à profissão do arquiteto

Da qualidade de ensino depende diretamente o bom nível do exercício profissional. É nas atividades acadêmicas que se espera que o futuro arquiteto aprenda não apenas as regras básicas do projeto, mas lhe seja permitido ampliar os horizontes de sua criatividade muito além dos limites que a realidade lhe permitirá. E, dependerá da forma como os professores organizam os cursos, a obtenção desses resultados sem que se perca o contato com o real.

Esse contato do criativo com o concreto acarreta uma pesquisa profunda do que já se fez, das condições atuais e do desenvolvimento da tecnologia, além da prospecção das possibilidades futuras. O melhor momento para que essa busca seja realizada, conjuntamente por mestres e estudantes, são os exercícios acadêmicos (PEREIRA FILHO, 2000, p.9).

O ensino de Arquitetura e Urbanismo tem como referência necessária a profissão do arquiteto, de tradição milenar e abrangência universal. Ou seja, existe um padrão. Isto significa que, a despeito das compreensíveis diferenças culturais e geográficas, o ensino de Arquitetura e Urbanismo apresenta uma estrutura reconhecível em todas as instituições a ele dedicadas que, com ínfimas variações, têm objetivos e práticas semelhantes. Há um núcleo de campos de conhecimento definido em função das atribuições profissionais que competem à coletividade dos arquitetos em termos da divisão social do trabalho, estabelecendo uma identidade epistemológica comum às instituições de ensino do ofício (REUNIÃO DO COMITÊ EXTERNO DE AVALIAÇÃO DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO, 1999).

Em relação à prática da arquitetura, o papel das escolas desdobra-se em pelo menos três (RIO, 1998, p.202):

- a) educação de futuros profissionais para o mercado;
- b) avaliação constante da própria produção arquitetônica;
- c) conscientização e educação do público sobre arquitetura e o que pode ser esperado dela.

Na abordagem pedagógica do ensino de arquitetura, considera-se a ação projetual como parte inerente da construção do conhecimento arquitetônico durante o processo de ensino-aprendizagem. O objeto do qual emana o conhecimento na medida em que o mesmo vai sendo transformado pela ação do aluno, refere-se ao próprio trabalho do aluno durante o desenvolvimento do projeto de arquitetura (ROCHA, 1998, p. 23).

3.1.2 Destaque curricular da disciplina de projeto de edificação

Para Martínez (1998, p. 59), as expressões **desenho arquitetônico**, **composição arquitetônica**, **arquitetura**, **projetos**, etc. designam um grupo de matérias bastante parecidas, nas diferentes escolas de arquitetura, onde se realiza o ensino da prática projetual: considerada o núcleo da carreira de arquiteto: sua tarefa essencial. Segundo este autor, esta matéria é o **tronco** da carreira, pois arquitetos desenham edifícios e o ateliê de projetos é onde se aprende a desenhá-los. Esta matéria não contém uma doutrina específica, é um aprender fazendo, em um duplo sentido: primeiro se aprende a desenhar objetos, desenhando objetos; segundo se aprende sobre **algo** no próprio exercício deste algo. O exercício de desenho realizado se supõe que está respaldado por esse conhecimento sobre arquitetura e sobre o projetar, mas não o explicita. Para Martínez (1998, p. 87), as matérias teóricas foram introduzidas gradualmente, na medida em que seus conhecimentos se tornavam indispensáveis para desenhar com responsabilidade.

Silva (1986, p. 25) apresenta que existem duas concepções da prática projetual. Muitos teóricos conceituam a prática projetual como mera síntese de conhecimentos obtidos nas disciplinas teóricas, históricas, técnicas, etc. (figura 7). Contudo, este autor apresenta uma doutrina projetual relativamente autônoma, que é enriquecida pela contribuição de conhecimentos de outras áreas (figura 8).

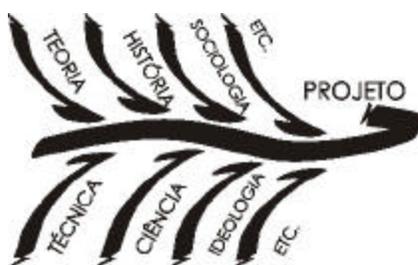


Figura 7: prática projetual como mera síntese de conhecimentos obtidos nas disciplinas teóricas, históricas, etc. (SILVA, 1986)



Figura 8: prática projetual como uma doutrina relativamente autônoma, que é enriquecida pela contribuição de conhecimentos de outras áreas (SILVA, 1986)

Rocha (1998, p. 11), salienta que o computador é uma realidade na prática projetual. A própria obrigatoriedade da disciplina de computação gráfica nos cursos de arquitetura é a prova desta realidade. Isto justifica a necessidade de refletir e discutir com mais profundidade sobre as questões inerentes às duas áreas, computação e projeto de arquitetura.

Existe uma diferença entre **aprender arquitetura** (história, teoria, análise, interpretação) e **aprender a fazer arquitetura**. Aprender arquitetura é uma questão da esfera cognitiva; aprender a fazer arquitetura é uma questão das esferas cognitiva e operativa. Ora, a aquisição de competência para a aplicação do domínio operativo não é apenas uma questão de exercício. O exercício aprimora a técnica, mas não cria. O autor complementa ilustrando duas modalidades de ensino de projeto (SILVA, 1986, p. 25).

O ensino de projeto arquitetônico pode ser reativo (figura 9), quando o professor se limita a responder às propostas elaboradas pelo aluno, a quem cabe a freqüentemente difícil incumbência de produzir elementos capazes de suscitar a crítica e as posteriores recomendações do professor. O ensino será ativo (figura 10) quando compete ao professor

transmitir ao aluno conteúdos doutrinários prévios, antes mesmo que o aluno trace a primeira linha sobre o papel (Silva, 1986, p. 27).

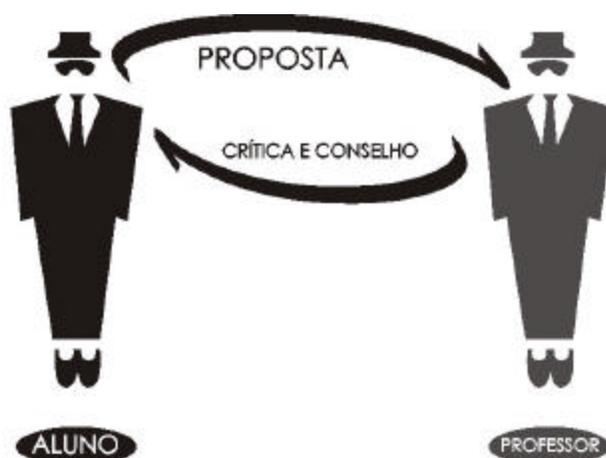


Figura 9: esquema do ensino de projeto reativo (SILVA, 1986)



Figura 10: esquema do ensino de projeto ativo (SILVA, 1986)

3.1.3 Investigações sobre o futuro na educação arquitetônica

As preocupações sobre o futuro da educação arquitetônica têm crescido nos últimos tempos. Este fenômeno é abastecido pela sensação de que os modelos existentes de ensino e prática em arquitetura podem não ser apropriados para endereçar os desafios do futuro (BERMÚDEZ, 1999). Dar atenção a isto significa pelo menos duas coisas na educação arquitetônica, ou seja, olhar para o futuro:

- a) **sem** o currículo que informa como se deve educar os estudantes: a imagem do futuro deve demandar mudanças na estrutura educacional para produzir um perfil particular do futuro arquiteto. O exemplo mais claro deste ajuste tem sido a incorporação da computação dentro das escolas de arquitetura;
- b) **dentro** do currículo: esta é uma abordagem não muito comum. A maioria das discussões sobre o futuro permanece nos níveis administrativos ou teóricos e, com poucas exceções permeiam a atual forma de ensinar.

Segundo Rittel (1986, apud BERMÚDEZ, 1999), uma série de princípios gerais para a futura educação arquitetônica bem sucedida deveria:

- a) produzir profissionais flexíveis que estejam adaptados para uma classe variável e incerta das tarefas do futuro;
- b) enfatizar o uso de princípios e teorias gerais com dispositivos cognitivos econômicos para organizar, entender e lidar com conhecimento mutante. Eles permitem adaptação sob diversas circunstâncias e ajudam no aprendizado;
- c) ensinar o conhecimento necessário para obter o conhecimento desejado para um projeto particular. Isto é ensinar a aprender;
- d) aumentar o nível de trabalho interdisciplinar e pensar em áreas concretas de necessidade ou pesquisa;
- e) integrar totalmente a tecnologia da informação dentro do currículo.

3.1.4 Relato de pesquisa sobre o panorama atual do uso da informática no ensino arquitetônico

Rocha (1998, p. 12) relata uma pesquisa realizada em 62 universidades americanas e européias com alunos e professores de cursos de arquitetura, de modo a traçar um panorama atual do uso da informática no ensino. A pesquisa detectou três níveis de aceitação da informática nas escolas de arquitetura:

- a) **alta**: onde as disciplinas são obrigatórias - duas disciplinas de introdução à informática avançada e a terceira orientada para a prática profissional, com conteúdos de multimídia, simulação e apresentação;
- b) **média**: onde no início do currículo há uma integração à área de expressão e representação. Neste caso, o ensino tende a ser ministrado por técnicos que não têm conhecimento de arquitetura;
- c) **baixa**: que tende a se extinguir, possui a disciplina de informática como eletiva, ensinada por instrutores, e sem nenhuma aplicação no currículo.

Além disto, a pesquisa observou três orientações básicas. Na primeira a ênfase é no treinamento, em que o uso é caracterizado como ferramenta básica. O ensino é dirigido para aplicações e sistemas de CAD¹, GIS² e software gráficos com o intuito de treinar o estudante no uso dos programas computacionais. O foco principal converge no sentido de desenvolver as habilidades com o computador. Partindo da premissa de que o computador é mais que uma ferramenta, o currículo não está permeado com a idéia de informática. Os educadores tendem a usá-lo como uma habilidade equivalente a desenhar ou rabiscar. Na opinião do pesquisador que coordenou os trabalhos (ROCHA, 1998, p.13):

Nós achamos que o modo como desenhamos afeta como nós pensamos. Desenhamos para expressar a outros o que entendemos, e diferentes técnicas impactam o modo como projetamos. A diferença entre a ponta fina ou grossa da lapiseira faz com que se pense diferentemente.

Neste caso em que o foco se situa no programa de computador, não existe interação desenho e projetista. As escolas com esse enfoque, vêem o computador como um mal necessário e existe pouco ou nenhum conhecimento de como o uso do computador afeta o projeto.

O segundo grupo de escolas de arquitetura apresenta uma orientação denominada direcionada. Neste caso a informática, com vagas limitadas, não é obrigatória. É a concepção em laboratórios, com grupos de pessoas em destaque, cujo princípio pedagógico é direcionar para áreas de especialização. Apesar desta abordagem ser válida em termos de educação, não está considerando o fato que a informática deverá ser usada por todos e em diferentes áreas.

¹ CAD = Computer Aided Design

² GIS = Geografic Information Sistem

Geralmente o que ocasiona esta abordagem direcionada é a escassez de recursos humanos e materiais, correspondendo à sua aceitação parcial no currículo pelos professores. As escolas que assim iniciam, conseguem mais tarde introduzir a informática no currículo de forma mais abrangente.

Finalmente, a terceira abordagem é o enfoque voltado para a pesquisa e desenvolvimento. Semelhante à anterior porém direcionada para investigações com interesses focados no computador e suas aplicações (como por exemplo render e inteligência artificial), em aplicações acadêmicas ou seminários ou cursos que levem adiante o interesse dos professores.

Acredita-se que se deve buscar o equilíbrio entre as três abordagens referidas por esta pesquisa (ROCHA, 1998, p.13)

3.2 ATELIÊ TRADICIONAL: ESPAÇO DE ENSINO E PRÁTICA DE PROJETO ARQUITETÔNICO

3.2.1 Tradição e criação do ateliê de projeto de edificação

A tradição do ateliê de educação para o projeto é consistente com uma tradição mais antiga e mais ampla de pensamento e prática educacionais: as coisas mais importantes -talento, perspicácia, virtude- só podem ser aprendidas por conta própria (SCHÖN, 2000). O ambiente do ateliê pode ser caracterizado como espaço de treinamento, onde se exercitam habilidades adquiridas em outras disciplinas, ou espaço também de aquisição de outros conhecimentos e habilidades arquitetônicas. Para Silva (1986, p. 25) parece um equívoco forçar uma distinção rígida entre a teoria e a prática no âmbito do ateliê.

Pereira (2002, p.60), relata que em 1960, o projeto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP) estava pronto: um marco para a arquitetura moderna e para o próprio ensino de projeto. O projeto do arquiteto Vilanova Artigas continha duas praças: o andar térreo da FAU e o ateliê único para todos os semestres, uma idéia de vizinhança e de convívio. As aulas teóricas, alimentando o ateliê, deveriam circundá-lo ou

ladeá-lo, com fácil comunicação. A ateliê, assim, criou forma doutrinária e afirmou-se como espaço e como estrutura básica do ensino da arquitetura.

3.2.2 Paradoxo do aprender a projetar em arquitetura

No ateliê de arquitetura, o paradoxo inerente ao aprender a projetar coloca o estudante em um dilema. Espera-se que ele mergulhe na atividade de projetar, tentando, desde o início, fazer o que ainda não sabe como fazer, de modo a ganhar o tipo de experiência que o ajudará a aprender o que significa o projeto (SCHÖN, 2000). Este autor apresenta este como sendo um paradoxo geral que acompanha o ensino e a aprendizagem de qualquer competência ou idéia nova, porque o estudante busca aprender coisas cujo significado e importância ele não pode entender de antemão. Em função disto, sentimentos de mistério, confusão, frustração e futilidade, muitos estudantes experimentam em seus meses ou anos iniciais de estudo arquitetônico. Mas, segundo Martínez (1998, p.93), o longo caminho que o aluno deve recorrer desenhando simulações de edifícios, não é um caminho solitário. Ao seu lado está o professor. Este transmitirá seus próprios valores convertidos em atitudes criativas e o aluno conformará seus valores e conceitos segundo os do docente.

Preconizar um papel ativo para o docente e o estabelecimento de um corpo de conhecimento aplicável na área do ensino do projeto arquitetônico significa necessariamente adotar outra caracterização dessa atividade. Na concepção convencional, a criatividade é um fenômeno psicológico vago e misterioso, derivado de categorias como inspiração, talento ou intuição. Esses fatores, como se sabe, não são codificados nem ensináveis. Em tais condições, o processo projetual poderia ser representado pela figura da **caixa preta**³. A busca dessa racionalidade objetiva e explícita deve orientar os esforços em prol da renovação do ensino do projeto arquitetônico: cumpre substituir a **caixa preta** (figura 11) pela **caixa de vidro**⁴ (figura 12). Essa pretensão coincide com a de estabelecer, para o ensino do projeto arquitetônico, o

³ Caixa preta: simboliza na terminologia científica atual, um dispositivo do qual se desconhece o funcionamento. O projeto visto como inspiração, talento, intuição, fatores obviamente não ensináveis, enquadra-se nessa categoria (SILVA, 1986, p.29).

⁴ Caixa de vidro: simboliza o mecanismo do qual se pode conhecer o funcionamento e que pode ser reproduzido. Um processo projetual respaldado num método explícito, codificável e transmissível se enquadra nessa categoria (SILVA, 1986, p.29).

corpo de conteúdo científicos e instrumentais que embasam a atividade projetual de modo subjacente, freqüentemente discreto, mas cognoscível (SILVA, 1986, p. 28).

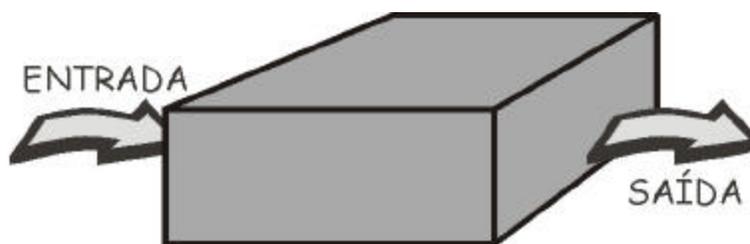


Figura 11: caixa preta

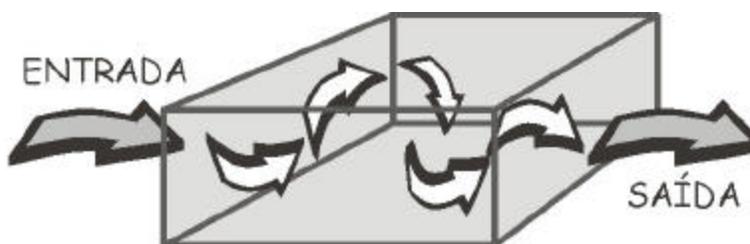


Figura 12: caixa de vidro

3.2.3 Papel do instrutor e do grupo de estudantes nas aulas de projeto de arquitetura

Os projetos não são simples desenhos de arquitetura, mas simulações de situações de produção de edifícios. Trata-se de uma fração do processo real de produção de um edifício, abstraída e deformada para fazê-la autônoma e auto-suficiente. O projetista se interessa pela existência de um problema real e inicia a descrever o objeto-solução desse problema, ou seja, um edifício. Tem um conselheiro ou mentor que o corrige como se fosse se apresentar a um cliente (MARTINEZ, 1998, p. 60). Segundo Schön (2000), um coordenador de ateliê pode ensinar no sentido convencional, comunicando informações, defendendo teorias, descrevendo exemplos de prática. Mas funciona, principalmente, como instrutor cujas atividades principais são demonstrar, aconselhar, questionar e criticar.

Ao repetir um processo, tanto as ações componentes quanto as reflexões sobre as ações, o aluno poderá descobrir que internalizou a performance. O que começou como uma

reconstrução imitadora de uma ação do professor, ele experimenta agora como algo próprio, um elemento novo de seu próprio repertório, disponível para uso, através do ver como e fazer como, na próxima situação de projeto. A maioria das aulas práticas envolve grupos de estudantes que são muitas vezes tão importantes uns para o outros quanto o instrutor. O grupo é o meio através do qual eles podem imergir no mundo do ensino prático, o mundo abrangente de um ateliê de projetos de arquitetura, aprendendo novos hábitos de pensamento e ação (SCHÖN, 2000).

3.2.4 Atividades desenvolvidas no ateliê de projeto de edificação

Um coordenador do ateliê dá um **programa** a cada estudante, ou seja, um conjunto de especificações de projeto e uma descrição gráfica do local. Cada aluno deve desenvolver sua própria versão do projeto, guardando seus resultados em esboços preliminares, estudos e modelos. No fim, os alunos apresentam seus projetos ao coordenador ou a um grupo de críticos externos (SCHÖN, 2000).

Mahfuz (2001) exemplifica as atividades que são desenvolvidas em um típico ateliê de projetos, a partir do exemplo de projeto de um pequeno museu universitário:

- a) entendimento do programa em todas suas dimensões e do lugar;
- b) busca e análise de precedentes: vários projetos de museu são analisados utilizando meios gráficos e verbais para seleção de elementos e estratégias consideradas úteis e pertinentes ao exercício em questão;
- c) desenvolvimento do projeto.

Como já foi salientado, os alunos aprendem fazendo e os instrutores são mais orientadores do que professores. Nos estágios iniciais do ensino prático, reinam a confusão e o mistério. A passagem gradual à convergência de significado é mediada por um diálogo distintivo entre o estudante e o instrutor ao longo do desenvolvimento da atividade projetual (SCHÖN, 2000).

3.3 ENSINO PRÁTICO-REFLEXIVO

3.3.1 Aprendizagem baseada no fazer

Um ensino prático reflexivo é uma experiência de alta intensidade interpessoal. O dilema da aprendizagem, a vulnerabilidade dos estudantes e os universos comportamentais criados por instrutores e estudantes influenciam criticamente os resultados pedagógicos. Tais questões são igualmente importantes na sala de aula de disciplinas somente teóricas, mas tendem a ser mascaradas por hábitos convencionais de leitura e anotações. Os instrutores em uma aula prática reflexiva são chamados mais abertamente a examinar as teorias em uso que eles trazem para a instrução e, as escolas, a criar um ambiente intelectual receptivo para tal reflexão (SCHÖN, 2000).

São muitas e variadas tarefas mentais envolvidas no processo de projeto. Assim o estudante é introduzido à variedade de situações que ele aprende a dominar, mas cabe a ele desenvolver sua combinação própria de técnicas e estratégias (LAWSON, 1986). Segundo Schön (2000), o relacionamento numa aula prática está baseado no pressuposto de que a aprendizagem de um estudante depende da idéia que ele constrói sobre as demonstrações e descrições de um instrutor. Outros estudantes poderão, de várias formas, cumprir o papel de instrutores. Outros cenários, outras aulas práticas ou mundo da prática podem ajudar a moldar a experiência do estudante. E, mais importante, a sua auto-educação pode transcender o ensino prático: o que ele recebe poderá servir basicamente para estabelecer as condições para uma aprendizagem posterior mais próxima da independência.

Ao tratar do processo educativo do arquiteto, Oliveira (1992) descreve o conhecimento arquitetônico instaurado pela prática projetual como um conjunto de enunciados gráficos e discursivos capaz de conduzir à teorização sobre o próprio projeto e sobre a arquitetura. Segundo Martinez (1986, p.86), consiste a tradição do ensino de arquitetura. “se aprende arquitetura fazendo projetos de edifícios”.

3.3.2 Conhecimento tácito

Segundo Schön (2000), aprende-se a executar atividades complexas sem poder dar uma descrição verbal. O conhecimento implícito nas ações é incoerente na descrição. Conhecimentos tácitos são tipos de conhecimentos que se revelam nas ações inteligentes, o ato de conhecer está na ação. O autor ainda afirma que como a maioria dos estudantes não começa com um conhecimento tácito do processo competente de projeto, eles têm mais probabilidade de dar descrições verbais do projeto que não conseguem produzir. Somente mais tarde, quando tiverem aprendido alguns aspectos do processo de projeto, eles podem desenvolver seu aprendizado através da reflexão sobre o conhecimento tácito, implícito em seu próprio desempenho.

Projeto é uma habilidade altamente complexa e sofisticada. Não é uma capacidade mística dada somente àqueles com poderes profundos, mas uma habilidade que, para muitos, deve ser aprendida e praticada de forma semelhante aquela quando se pratica um esporte ou um instrumento musical. Está na própria natureza das habilidades altamente desenvolvidas que se pode desempenhar inconscientemente. Provavelmente, trabalha-se melhor quando se pensa menos sobre a técnica (LAWSON, 1986). Quando alguém aprende uma prática, é iniciado nas tradições de uma comunidade de profissionais que exercem aquela prática e no mundo prático que eles habitam. Aprende suas convenções, seus limites suas linguagens e seus sistemas apreciativos, seu repertório de modelos, seu conhecimento sistemático e seus padrões para o processo de conhecer-na-ação (SCHÖN, 2000).

3.3.3 Conhecer-na-ação e reflexão-na-ação

Conhecer-na-ação é um processo tácito que se coloca espontaneamente, sem deliberação consciente e que funciona, proporcionando os resultados pretendidos, enquanto a situação estiver dentro dos limites do que se aprende a tratar como normal. Através da observação e da reflexão sobre as ações, é possível fazer uma descrição do saber tácito que está implícito nelas. Qualquer que seja a linguagem que se venha a empregar, as descrições do ato de conhecer-na-ação são sempre construções. Elas são sempre tentativas de colocar de forma explícita e simbólica um tipo de inteligência que começa por ser tácita e espontânea (SCHÖN, 2000).

Reflexão-na-ação é um processo que se pode desenvolver sem que se precise dizer o que se está fazendo. É um processo de tentativa e erro, sendo que as tentativas não se relacionam

aleatoriamente umas com as outras. A reflexão sobre cada tentativa e seus resultados prepara o campo para uma próxima. A reflexão gera o experimento imediato. Experimentos imediatos podem funcionar, no sentido de proporcionar os resultados pretendidos, ou podem produzir surpresas que exijam uma maior reflexão e experimentação (SCHÖN, 2000).

A corrente de ações e reflexões recíprocas que forma o diálogo entre o estudante e o instrutor pode ser analisada de várias formas. Pode-se começar com um mapa linear de intervenções e respostas, por exemplo, como representado na figura 13. Quando a ação de uma parte desencadeia as reflexões da outra, e vice-versa, ocorrem as chamadas ações diagonais de reflexão, por exemplo, como apresentado na figura 14 (SCHÖN, 2000).

O conhecer-na-ação e a reflexão-na-ação são atitudes que ocorrem durante a interação sujeito-objeto na prática de projetos.



Figura 13: mapa linear de intervenções e respostas da seqüência de ações e reflexões recíprocas do diálogo entre o estudante e o instrutor (SCHÖN, 2000)



Figura 14: ações diagonais na escala da reflexão quando a ação de uma parte desencadeia a reflexão da outra (SCHÖN, 2000)

3.3.4 Interação sujeito-objeto na prática projetual arquitetônica

Quaroni (1987), ao tratar da interação da mente do arquiteto e o objeto, durante o processo projetual, salienta que o mesmo consiste em uma série de operações, algumas dentro do

campo racional das capacidades cerebrais e outras no campo de maior ou menor racionalidade de acordo com a complexidade da operação sensível que está sendo efetuada. É difícil para o próprio projetista medir o grau de racionalidade de uma operação mental. Somente o aprendizado do projetar pode levar o arquiteto a compreender quais são as operações que devem ser realizadas com a consciência racional e, eventualmente, com a ajuda de meios técnicos, como o computador. O computador constitui um agente objetivo, dentro do processo, muitas vezes subjetivo.

Para Rocha (1998, p.2), o computador atua neste processo de interação, entre o sujeito e o objeto do conhecimento, na construção do conhecimento, como mais um componente poderoso que enfatiza as operações racionais do processo através da sua representação. Este autor (1998, p.27) ainda salienta que no trabalho com o papel, por mais que haja a relação direta com o refletir, pela cultura e o hábito criado -talvez a nova geração não tenha tal hábito- fica limitada a livre associação entre as partes e o todo, como se faz na mente. O papel é uma entidade estática; o computador pode ser considerado um agente mais dinâmico dentro do processo de interação sujeito-objeto na relação ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, no conhecimento arquitetônico que se adquire durante o processo projetual.

O estudante de arquitetura, ao interagir com o objeto arquitetônico durante a elaboração do projeto, vai construindo através de categorias conceituais e figurativas o seu conhecimento arquitetônico. O processo de ensino-aprendizagem emerge da dialética entre a concepção do objeto e a sua representação, através da concretização de imagens mentais em imagens gráficas. Durante este processo de reflexão e interação, em que está sendo concebido o objeto arquitetônico conceitos e imagens vão se delineando na mente do projetista definindo conteúdo e forma que se traduzem concretamente em sua representação através do desenho ou modelo tridimensional configurando o projeto e permitindo a visualização de suas idéias (ROCHA, 1998, p. 38-39).

3.4 O ATELIÊ VIRTUAL: TECNOLOGIA NO ENSINO E NA PRÁTICA DE PROJETO

3.4.1 Aulas e exercícios virtuais

A vida digital exigirá cada vez menos que uma pessoa esteja num determinado lugar, em determinada hora, e a transmissão do próprio lugar vai começar a se tornar realidade (NEGROPONTE, 1995, p.159).

Novitsky (1999) comenta que escolas estão experimentando os ateliês virtuais em todo o mundo. Nestas classes os estudantes formam grupos para projetar e explorar soluções para problemas de comunicação trazidos por diferentes fusos horários e diferentes línguas. Nestas atividades, as trocas de informações se dão principalmente através do uso da Internet⁵ e Extranet⁶.

Montagú (2001) afirma que os sistemas CAD e outros sistemas de informação são ferramentas básicas para gerar integração de **aulas virtuais** de arquitetura: que não são utopia. O autor confirma Novitsky (1999), que relata que os ateliês virtuais estão sendo aplicados em distintos cenários internacionais, tanto no âmbito da investigação, da docência e no meio profissional. Os fundamentos conceituais da aula virtual estão orientados a **descentralização do processo investigativo e educativo incluídas as consultas bibliográficas** e a potencialização da **auto-aprendizagem** como ferramenta que permite uma maior autonomia das equipes de trabalho.

3.4.2 Tarefa didática especulativa

Existe outra finalidade do projetar que não é construir, mas criar novos desenhos, uma forma de conhecimento arquitetônico. Seu consumo está, não tanto no trabalho profissional mas na tarefa especulativa ou didática (MARTINEZ, 1998, p.231). As tecnologias computacionais potencializam essa tarefa nas atividades que podem ser desenvolvidas em ateliês virtuais.

A computação gráfica aparece não é para fazer o novo, mas para fazer o mesmo com mais eficiência no trabalho profissional. Já as escolas de arquitetura são outra coisa. Liberadas da obrigação de materializar seus projetos, e sobre tudo financiá-los, os ateliês de respeitáveis

⁵ Internet: meio de comunicação de massa, rede mundial de computadores interligados, supervisionado por uma organização internacional não governamental

escolas de arquitetura são refúgios para a vanguarda. E neste ambiente a computação gráfica tem um sentido inteiramente diferente, que a grande oficina de produzir projetos (MARTINEZ, 1998, p.228). Isto gera discussões sobre arquitetura.

3.4.3 Experiência de ateliê manual-digital

Baseado na experiência pedagógica e de investigação conduzida na Escola de Graduação em Arquitetura da Universidade de Utah (Salt Lake City, EUA) e no contexto de recentes investigações sobre o uso de interações múltiplas entre os meios digitais e manuais durante o processo de projeto (BERMÚDEZ; STIPECH, 2001), pode-se caracterizar o chamado **ateliê manual-digital**.

A premissa mais importante do ateliê manual-digital é o diálogo e colisão dos sistemas tradicionais e digitais de produção arquitetônica. Esses meios podem ser utilizados como metáfora e veículo para responder, estudar e avançar os discursos culturais e arquitetônicos contemporâneos. O ateliê investiga e constrói sobre esta interface, enfocando como o projeto arquitetônico é (in)(de)(re)formado por processos em ambientes de meios interativos. As principais condições pedagógicas de trabalho em um ateliê manual-digital são (BERMÚDEZ; STIPECH, 2001):

- a) os estudantes são colocados num espaço que existe entre os sistemas de produção manuais e digitais e requeridos a usar qualquer um deles como ferramenta de projeto para desenvolver suas idéias arquitetônicas. O ateliê requer que os estudantes mantenham uma atitude crítica na seleção do meio correto para a tarefa correta no momento correto;
- b) é dada que existe ênfase vital no movimento entre os sistemas manuais e digitais com o propósito de gerar uma contínua necessidade de traduzir, reinterpretar e representar. O ato de tradução demanda uma reformulação que aguça o entendimento. A reinterpretação é uma oportunidade para aprofundar e

⁶ Extranet: rede de computadores que usa a tecnologia da Internet para conectar empresas, fornecedores e

avancar o ato arquitetônico. O requerimento de interações múltiplas entre meios ajuda ao projetista a,

- dar-se conta em forma progressiva da relação entre os diferentes sistemas de produção e assim compreender suas diferenças e benefícios: esta ação também cria pontes entre os meios eletrônicos e manuais;
- clarificar, estimular e desenvolver o que está sendo produzido;

c) para permitir um desenvolvimento teórico paralelo se elegem tipos de edifícios que facilitem a reflexão sobre a transformação tecnológico-cultural atuais;

d) no começo o ateliê utiliza exercícios de pré-aquecimento para direcionar os estudantes ao uso interativo e não tradicional dos meios manual e digital. Exercícios altamente experimentais não tem como objetivo resolver um problema arquitetônico mas, por outro lado, elaborar maneiras fundamentalmente novas de encarar uma prática interfacial de meios. Os exercícios introdutórios evitam o uso de programas CAD e promovem o uso de programas de manipulação de imagem e vídeo. Isto obtêm dois resultados,

- a prática rompe as pré-concepções técnicas do estudante a respeito do uso dos computadores ao mesmo tempo que o coloca em um estado mental mais condutivo a ver e captar as novas oportunidades teórico-produtivas;
- a pedagogia dirige a atenção do estudante a conversações entre o digital e o manual que favorecem tipos de representações com interpretações múltiplas;

e) o ateliê se organiza em equipes para garantir uma diversidade de interpretações e ter a suficiente massa crítica para poder trabalhar simultaneamente com meios manuais e digitais. Os estudantes devem rotar entre sistemas e transformar-se em representantes de um meio em particular e, assim, garantir certo equilíbrio dinâmico no uso de meios;

f) o ateliê se recusa a aceitar o ambiente limpo, higiênico, imaculado, árido do laboratório de computadores tradicional. Pelo contrário: bebidas, comida, ferramentas manuais, materiais reais, modelos físicos, desenho manual, música, etc. são todos bem vindos ao laboratório-ateliê. Esta decisão se embasa no óbvio fato de que nada se pode realmente projetar na sala dos computadores. O ambiente físico onde o projetista trabalha deve permitir

estados mentais, condutas e interações que apóiem e não inibam o ato de projeto. Se é desejada uma interface fluida entre os meios manual e digital temos que colocá-los fisicamente um junto ao outro. Somente desta maneira garantimos um diálogo sem constrangimentos.

Ao fim do curso, obtiveram os seguintes resultados positivos e mensuráveis, apesar da dificuldade de medi-los quantitativamente (BERMÚDEZ; STIPECH, 2001):

- a) aumento da produtividade baseado em uma transição mais fluida entre a geração de idéias e seu desenvolvimento no projeto;
- b) aumento nos níveis de criatividade e atitude explorativa;
- c) expansão do campo teórico e crítico em relação com os desafios que a profissão enfrenta a respeito da representação digital;
- d) desenvolvimento significativo do repertório de meios e representações;
- e) melhora do grau de desenvolvimento formal, espacial e material;
- f) transformação da atitude de projetista com relação aos computadores a ponto de ver o meio digital como um ambiente que estimula o projeto.

Em concordância com os resultados do trabalho descrito, Rocha (1998, p. 1) complementa que o computador, em decorrência da estrutura lógica empregada em sua programação, a lógica binária do sim ou não, delimita rigidamente aquilo que pode e não pode ser feito. Seu uso, se empregado com consciência crítica, pode constituir uma ferramenta a serviço do próprio processo projetual, sem limitar-se ao papel de puro instrumento gráfico.

Escolas de arquitetura progressistas já organizaram ateliês de projeto sem o uso de papel. O abandono do papel se tornou a palavra de honra para a vanguarda computadorizada. Apesar de tudo, na melhor das hipóteses, um novo meio leva a uma nova característica estilística, nunca a uma renovação fundamental da arquitetura (NEUTELINGS, 2001) Conforme demonstra a experiência do ateliê manual-digital, o uso de interações múltiplas oferece resultados incentivadores em sua aplicação em ambientes acadêmicos de arquitetura.

3.5 ENSINO DE PROJETO E A PRÁTICA PROFISSIONAL

3.5.1 Inovações tecnológicas no ambiente acadêmico e no ambiente profissional

Arquitetos, que possuem sua atuação voltada exclusivamente ao mercado de trabalho e aqueles que se tornam educadores, há muito tempo discordam sobre quais habilidades deveriam ser ensinadas em escolas de arquitetura e quais, se é que alguma, deveriam ser ensinadas mais tarde, durante a aprendizagem prática, em estágios ou exercício da profissão. Professores enfatizam projeto e teoria, acreditando que as habilidades práticas são melhor transmitidas em um contexto profissional. Os arquitetos com atuação no mercado de trabalho queixam-se que graduados recentes vem a eles despreparados para o trabalho real (NOVITSKI, 1999).

Ainda segundo Novitski (1999), este desacordo expandiu-se agora incluindo também as habilidades de computador: escolas cada vez mais focam na experimentação com sofisticados software de projeto, enquanto empresas queixam-se que jovens graduados nem mesmo conseguem fazer um simples desenho técnico, um corte ou detalhe construtivo.

Para Martinez (1998, p. 226), está acontecendo uma revolução na representação em arquitetura, que surge primeiro nos escritórios profissionais e, só depois, nos ateliês de ensino. O autor afirma que são os computadores que forçam variadas mudanças e ressalta que estas mudanças são diametralmente opostas quando se trata da vida profissional ou do ensino de arquitetura. Para o ambiente profissional significa se fazer o mesmo (o espaço conhecido, materiais e disposições construtivas comprovadas), mas mais rápido e com mais eficiência. Para o ensino, diferentemente, aparece uma nova possibilidade de derrotar a ignorância da Geometria Descritiva, a possibilidade de revolucionar as formas, substituí-las por outras, por **espaços nunca vistos**.

Contrapondo o autor acima citado, Novitski (1999) afirma que formas inovadoras de tecnologia geralmente se originam no meio acadêmico, ao invés de na prática profissional. Visto que estudantes vêm para a faculdade sem precedentes de influência de software, professores que ensinavam como fazer, estão procurando formas de como a tecnologia possa fomentar a criatividade, habilidades de comunicação e pensamento crítico. É possível que

esses autores (Martínez, 1998; Novitsky, 1999) atuam em ambientes institucionais com posturas diferenciadas quanto à aplicação da tecnologia no ensino-aprendizagem de arquitetura.

Apesar de tudo, Bermúdez e Stipech (2001), alertam que são encontrados profissionais e docentes desavisados quanto às mudanças geradas pelas tecnologias de informação. Portanto, também, se geram estudantes formados distantes do que necessita o presente e muito menos o futuro. Em geral dentro desta formação tradicional, não existe uma dinâmica de mudança que empreenda novos desafios. Complementando o quadro, Martínez (1998, p.236) aponta que a visão da prática profissional como um processo de produção, geralmente de produtos repetitivos, resulta decepcionante para o estudante que está formando-se como um artista criativo.

Por fim, o profissional procura geralmente a informática para facilitar e otimizar seus procedimentos de projeto na busca de maior produtividade e para facilitar a apresentação de seu trabalho ao cliente. Poucos são os profissionais que encaram a possibilidade de conceber e desenhar desde o início na tela do computador. Ao se rebater o modelo de utilização da informática adotado pelo profissional diretamente no ambiente acadêmico, o computador entrou nas escolas de arquitetura também como um instrumento de otimização da produtividade ou da apresentação, sendo usado, na maioria das vezes, para acelerar e facilitar o trabalho da produção do projeto do ponto de vista da habilidade, da facilidade e da rapidez no seu desenvolvimento, sem uma reflexão e um estudo mais aprofundado que questionasse o que representava essa nova tecnologia na relação ensino-aprendizagem (ROCHA, 1998, p. 15).

3.5.2 Instrutores de projeto: professores ou projetistas

Hertzberger (1999, p.5) afirma que é inevitável que as obras que são construídas pelos profissionais arquitetos sirvam de ponto de partida para o ensino e, obviamente, é o melhor caminho para explicar o que se tem a dizer é fazê-lo com base na experiência prática.

Um bom instrutor de projeto tem à sua disposição e é capaz de inventar imediatamente muitas estratégias de instrução, questionamento e descrição: todas requeridas a responder às

dificuldades e aos potenciais de um estudante específico que está tentando fazer algo (SCHÖN, 2000). Salama (1995) aponta os principais dilemas que limitam os professores de projeto:

- a) criatividade definida como manipulação de forma(s);
- b) docentes orientados no sentido da expressão artística;
- c) docentes tendem a reproduzir a realidade do escritório;
- d) falta de conhecimento da prática profissional.

O orientador, em conjunto com o estudante, propõe ou extrai, a partir da representação, uma leitura crítica do objeto que está sendo gerado; através da decomposição e recomposição do mesmo são desenvolvidas teorias implícitas ou explícitas durante a ação projetual. Na atuação conjunta professor-aluno, o conhecimento vai sendo construído através da análise e interpretação do projeto, e a busca de significados transmitidos através e a partir da representação, pode inferir desde esboços feitos à mão, desenhos e modelos tridimensionais gerados em programas gráficos (ROCHA, 1998, p. 28). Esta autora defende a necessidade do docente de conhecer os conceitos de estruturação dos diferentes programas de computador e do estabelecimento de uma consciência crítica na utilização da ferramenta.

Uma atuação conjunta professor/aluno/computador, permite identificar soluções de projeto impensadas ou estereotipadas durante o processo e a formulação de possíveis alternativas utilizando outras categorias operativas de projeto arquitetônico, experimentadas com o auxílio de operadores do programa computacional (ROCHA, 1998, p. 28).

Para trilhar o caminho da informática como ferramenta de ensino de projeto, não é necessário que o professor seja um especialista em habilidades computacionais, mas deve conhecer a forma como atuam os operadores lógicos de cada programa de modo a relacionar sua interface com o fazer e o saber arquitetônico através do projeto.

3.5.3 Ensino de projeto como simulação da realidade

Situações de projeto durante a faculdade são simulações. Opera-se em um mundo virtual, uma representação construída do mundo real na prática. O profissional pode jogar com alguns dos limites do experimento, para testar de hipóteses, que são inerentes ao mundo de sua prática. Limitações que impediriam ou inibiriam o experimento no mundo da construção são amplamente reduzidos no mundo virtual do desenho (SCHÖN, 2000). Assim, sem a pressão de produzir edifícios reais, estudantes estão livres para experimentar técnicas de projeto imaginativas que seriam inviáveis em um ambiente profissional. Estas técnicas têm o potencial para transformar a profissão somente em virtude da sua criatividade. Os arquitetos praticantes da profissão, atuantes no mercado de trabalho, passam a avaliar e adotar às habilidades trazidas pelos estagiários: a maioria dos quais são ainda inexperientes na prática da arquitetura (NOVITSKI, 1999). Schön (2000) ainda destaca que sendo uma aula prática um mundo virtual esta busca representar as características essenciais da prática a ser aprendida, ao mesmo tempo em que capacita os estudantes para que façam experiências sem grandes riscos, variem o ritmo e foco do trabalho e repitam as ações quando lhes parecer útil. A busca pelo realismo poderá sobrecarregar os estudantes com limites práticos ou pode deixar de fora um número demasiado grande de características da prática do mundo real.

Ações que seriam caras no mundo da construção podem ser tentadas com pouco ou nenhum risco no mundo do desenho. Eliminam-se as interferências do ambiente que interromperiam ou comprometeriam o experimento. No desenho, não há paradas no trabalho, quebras de equipamento ou condições de solo que impeçam que se faça uma fundação. Contudo, apenas pode-se tomar o mundo virtual do desenho como um contexto para o experimento se os resultados desse experimento puderem ser transferidos para o mundo da construção. A validade da transferência depende da fidelidade com a qual o mundo do desenho representa o mundo da construção. O ato de desenhar pode ser rápido e espontâneo, mas os traços resultantes são estáveis. O designer pode examiná-los à vontade. Mover-se no desenho como se estivesse andando pelos prédios no local, explorando as percepções como um usuário dos prédios estaria experimentando-os (SCHÖN, 2000).

Martínez (1998, p. 90) apresenta uma concepção de um ateliê de projeto realmente teórico/prático. O efeito é o mesmo de quando se simula uma prática para condições sociais imaginárias, desejáveis ou ideais. O ensino de ateliê está condenado à simulação pois o projeto que o aluno faz:

- a) não será construído;
- b) não custará mais que o papel, a tinta e suas horas de trabalho;
- c) não será habitado e não se saberá ao certo se seria bom viver nele.

O mesmo autor indica que o caráter de simulação é inevitável. Portanto, parece desejável tê-lo precisado, e fazer dessa experiência incompleta, justamente por ser incompleta, uma ferramenta mais útil que a ficção de uma realidade completa. Assim, melhores resultados são colhidos no ateliê-laboratório, que significa experimento, do que no ateliê-oficina, que caracteriza-se pela concretização.

3.5.4 Paradigma didático da arquitetura

No paradigma didático da arquitetura, as atuações discente e docente não diferem quanto à natureza do interesse teórico-prático nelas manifesto, nem quanto à base metodológica empregada para a obtenção de resultados significativos. A capacidade crítica, quando buscada e mantida com seriedade, qualifica o trabalho docente e torna-o respeitável e necessário, sem ignorar, contudo, a contribuição do estudante comprometido com a realização de um trabalho competente e imaginativo, cujos resultados documentais alimentam a prática didática (OLIVEIRA, 1992, p. 20).

Uma permanente tensão entre os processos de invenção e representação caracteriza a ação projetual na arquitetura. Pela representação de seus elementos, a proposição torna-se inteligível e compartilhável por uma comunidade interessada. O projeto arquitetônico se realiza na imagem. É uma forma alternativa de inscrição, sendo veículo para a divulgação do saber (OLIVEIRA, 1992, p. 5).

3.6 MORFOLOGIA DA ARQUITETURA

Apesar de não ser o foco desta pesquisa e de que não será feito qualquer julgamento relacionado com forma e estética em Arquitetura, é inevitável uma breve abordagem sobre o

tema, em se tratando de um trabalho que pretende atingir basicamente estudantes, professores e profissionais da área.

3.6.1 Arquitetura como cultura

Muito dificilmente se encontra, nos últimos 20 anos, uma reflexão teórica sobre projeto de arquitetura que não introduza a **Tríade Vitruviana**: *utilitas, firmitas, venustas* (figura 15), como pano de fundo à fundamentação conceitual do fazer arquitetônico. Este fazer que se modifica conforme os fundamentos arquitetônicos de cada época, com ênfases diferenciadas acentuando o aspecto utilitário, o construtivo ou a beleza do objeto (ROCHA, 1998, p. 41).



Figura 15: tríade vitruviana como pano de fundo à conceituação do fazer arquitetônico (QUARONI, 1987)

Apesar de possuir um corpo sistematizado de conhecimentos técnicos e científicos, a arquitetura assume valores estéticos incomensuráveis (RIO, 1998, p. 203). As formas e os espaços arquitetônicos também encerram significados conotativos: valores associados e conteúdos simbólicos que estão sujeitos à interpretação pessoal e cultural, podendo mudar com o tempo (CHING, 1998, p. 374).

A atualidade se distingue das grandes épocas estilísticas, primordialmente, pela existência concorrente de muitas tendências parcialmente opostas. Não é fácil, nem para o especialista bem informado, orientar-se neste caos aparente. A situação é tanto mais difícil para o estudante (CEJKA, 1996, p. 7). Para Comas (1994, apud ROCHA, 1998, p. 216), atualmente, um panorama eclético, no qual diferentes tendências projetuais proliferam entre estudantes e arquitetos, possibilita que uma postura, de certa forma acrítica dentro do limite acadêmico, dê lugar a uma arquitetura cujos projetos e obras não reflitam uma consistência conceitual. Rocha (1998, p. 216) afirma, contudo, que a utilização da informática não é responsável por

este panorama. No entanto, pelas suas características, acentua esta problemática no que cerne principalmente ao ensino de projeto.

3.6.2 Criação de uma nova estética

O uso de computadores na arquitetura não chega a ser novidade. Há mais de duas décadas eles são usados como ferramentas para facilitar o desenho de prédios. Para Calil (2001), as novas tecnologias não só permitem realizar todo o processo arquitetônico no computador, do conceito à construção, como também criam uma nova estética, com formas e estruturas impossíveis de serem concebidas no papel.

Os arquitetos de vanguarda da década de 80, costumavam desenhar plantas a óleo. Vinte anos depois, grandes avanços permitiram a apresentação computadorizada: os arquitetos da nova vanguarda desenham suas plantas em *pixels*. Pouco tempo antes do final do século XX, um bom número de arquitetos progressistas abandonou suas pranchetas de desenho. As noites que se seguiram foram consumidas praticando o uso dos seus novos programas de desenho no computador. A partir de então, eles vem produzindo edifícios ondulantes e que se dobram sobre si mesmos. Se esperava que os computadores gerassem automaticamente uma nova arquitetura (NEUTELINGS, 2001).

Calil (2001), afirma que a arquitetura se divide entre a era pré-digital e a digital: o atual momento representa o período de transição. Segundo este autor, os computadores já criaram uma estética: “As novas tecnologias abriram o leque de formas arquitetônicas”. Ele não acredita que os arquitetos venham a abandonar o desenho a mão tão cedo, mas os software de *design* “transformaram completamente a arquitetura”. O autor salienta que no catálogo da exposição *Folds, Blods + Boxes*, ao contrário das formas retas ou curvas tradicionais, desenhos criados no computador trazem formas mais orgânicas. “Na arquitetura digital, termos como beleza e escala deram lugar a adjetivos como fluido e maleável.” O termo *blobs* para denominar as estruturas amorfas, em geral com superfícies curvas, criadas por software. Os *blobs* se contrapõem aos tradicionais *boxes*: os caixotes que são o formato básico da arquitetura há séculos. Já os *folds* ou dobras, são estruturas que combinam esses dois elementos do *design*.

Entretanto, sujeitar a arquitetura, ano a ano, às novidades, encaixa bem com a sociedade de consumo, mas mal com a realidade da prática normal da profissão, afirma Martinez (1998, p.230). As dobras, bolhas e corpos que temos visto aparecer por toda parte, manifestam o poder revolucionário do uso do computador. Essas formas têm sido objeto de congressos, livros e artigos (NEUTELINGS, 2001). Rocha (1998, p.2) salienta que devemos evitar fazer referência ao emprego da tecnologia da computação gráfica meramente como auxiliar dos procedimentos de desenho, mas sem considerá-la instrumento instaurador de uma nova arquitetura, portadora de novas formas de projetar. As mudanças efetuadas pelo uso do computador não serão provavelmente nos aspectos estilísticos (formais e técnicos) do desenho de arquitetura e sim, fundamentalmente, em sua concepção como modo de representar a arquitetura (ROCHA, 1998, p. 46).

Com todas as possibilidades plásticas dos novos materiais e a inserção na cultura moderna dos meios tecnológicos, houve uma crescente monumentalização da tecnologia: obras arquitetônicas buscavam sua criatividade plástica dos novos meios e, muitas vezes, esgotavam-se nisso (DUARTE, 1999, p. 18). Porém, poucos projetos feitos no computador já foram construídos. Quando outros projetos saírem diretamente das telas para os canteiros de obras, a arquitetura terá entrado definitivamente na era digital (CALIL, 2001).

3.6.3 Projeto desenvolvido com sistemas informatizados

O arquiteto Frank Gehry usou meios digitais para o projeto e construção do Museu Guggenheim, de Bilbao. Ele criou várias maquetes do prédio em madeira, transferiu as proporções para o computador com ajuda do software Catia, desenvolvido pela indústria aeronáutica francesa, e terminou o processo com modelos virtuais (CALIL, 2001). Dorfman (2001, p. 246), salienta que o edifício do Museu Guggenheim, de Bilbao, assombrou e comoveu a cada etapa de sua construção pela sua estrutura complexa de aço de complicado desenho, pelos volumes geométricos contrapostos aos curvilíneos que iam tomando corpo, desenhando um confuso esquema de verticais, e pelo uso dos revestimentos, pedra, titânio e cristal, numa atrevida combinação. Para Calil (2001), com formas sofisticadas, mais que um prédio arrojado, o Museu Guggenheim, é o símbolo máximo de como a informática está auxiliando arquitetos a projetar formas que seriam impossíveis de construir se os cálculos fossem feitos na antiga prancheta.

Em artigo publicado na revista americana *Science* em agosto de 1998, o arquiteto William J. Mitchell, da Escola de Arquitetura do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, MIT, preconiza que a arquitetura nunca mais será a mesma depois do Museu de Bilbao. O arquiteto compara o prédio espanhol com outro marco da arquitetura moderna, a Ópera de Sidney, na Austrália, construída nos anos 50 e 60, em que o projeto da obra e todos os cálculos matemáticos foram feitos à mão: ambos têm formas revolucionárias e são marcos de suas cidades. A diferença é que o prédio australiano levou quatro anos apenas para ser desenhado e projetado, sem contar com outros doze até ser inaugurado. Com o auxílio do programa *Catia*, o Museu Bilbao consumiu somente quatro anos entre os primeiros rascunhos feitos pelo arquiteto e sua inauguração. Um curto período de construção, só possível na era da globalização econômica e cultural e em função dos avanços tecnológicos e aportes financeiros mais elevados. Na tela do computador, ele também simulou os efeitos do vento, da luz e da circulação de visitantes do edifício, o que tornou o cálculo estrutural da obra mais rápido e viável para os engenheiros. O arquiteto Frank Gehry vinculou totalmente seu projeto ao computador possibilitando a aliança entre tecnologia e arquitetura. Isto demonstra que com o computador tem-se um ganho considerável em produtividade e otimização do trabalho. Pode-se ter em mãos vários projetos, com o máximo de detalhes e da forma mais aproximada possível do que vai ser a obra na realidade (LOBACHEFF, 1998).

No escritório de Frank Gehry trabalha uma equipe de infografistas e arquitetos que fazem o diálogo computador/arquitetura ultrapassar o caráter computacional (figura 16). Em verdade, Frank Gehry mostrou-se desde o início um tanto repulsivo às imagens de síntese, continuando seu método de projeção e apresentação dos trabalhos em maquetes concretas. O trabalho da equipe de infografistas é posterior ao desenvolvimento dos projetos e serve para potencializar a interação entre escritório, os fabricantes e os construtores no canteiro. O software utilizado ao mesmo tempo em que simula formas tridimensionais, cria suas construções geométricas e determina especificações construtivas. Além disso, utilizam scanners com guia laser para capturar imagens de objetos em três dimensões (DUARTE, 1999, p. 158).

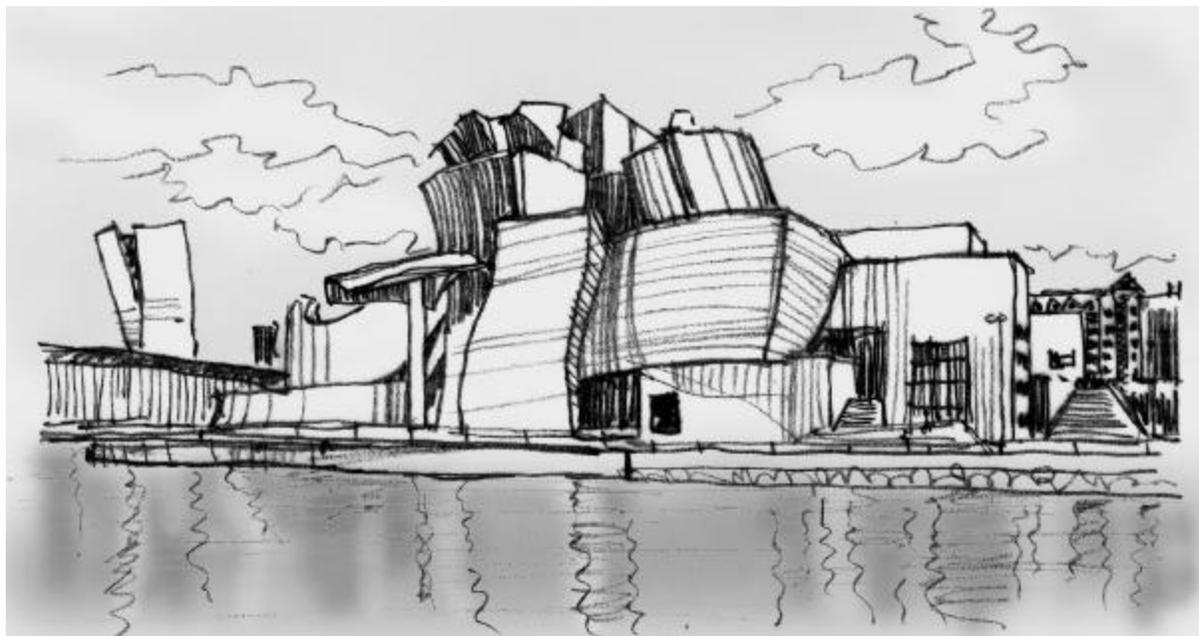


Figura 16: croqui sobre imagem do Museu Guggenheim de Bilbao
(EL CROQUIS EDITORIAL, 1998)

3.6.4 Fundamentação da Gestalt

No campo da psicologia da percepção, uma teoria completa, a chamada teoria da Gestalt, se baseia na suposição de que o mundo visual é composto por objetos que possuem uma característica de totalidades e de que a percepção do mundo visual, pelo homem, é organizada de tal maneira que essas totalidades são percebidas mesmo em situações ambíguas ou caóticas. Em todos os campos do conhecimento onde o conceito de totalidade aparece, ele é entendido como algo composto por partes. O campo da arquitetura não é uma exceção nesse particular. (MAHFUZ, 1995, p. 13 e 14)

O movimento gestaltista atuou principalmente no campo da teoria da forma, com contribuição relevante aos estudos de percepção, linguagem, inteligência, aprendizagem, memória, motivação, conduta exploratória e dinâmica de grupos sociais. Através de numerosos estudos e pesquisas experimentais, os gestaltistas formularam suas teorias acerca dos campos mencionados. Da teoria da Gestalt, extraída de uma rigorosa experimentação, vai sugerir uma resposta ao porque de umas formas agradarem mais e outras não. Esta maneira de abordar o assunto vem opor-se ao subjetivismo, pois a psicologia da forma se apóia na fisiologia do

sistema nervoso, quando procura explicar a relação sujeito-objeto no campo da percepção. O termo Gestalt, que se generalizou dando nome ao movimento, no seu sentido mais amplo, significa uma integração de partes em oposição à soma do “todo”. E geralmente traduzido em inglês, espanhol e português como estrutura, figura, forma (GOMES FILHO, 2000, p.18)

De acordo com a Gestalt, a arte se funda no princípio da pregnância da forma. Ou seja, na formação de imagens, os fatores de equilíbrio, clareza e harmonia visual constituem para o ser humano uma necessidade e, por isso, são considerados indispensáveis: seja numa obra de arte, num produto industrial, numa peça gráfica, num edifício, numa escultura ou em qualquer outro tipo de manifestação visual (GOMES FILHO, 2000, p.17). Desta forma, não vemos partes isoladas, mas relações. Isto é, uma parte na dependência de outra parte. Para a percepção humana, que é resultado de uma sensação global, as partes são inseparáveis do todo e são outra coisa que não elas mesmas, fora desse todo.

O postulado da Gestalt, no que se refere a essas relações psicofisiológicas, pode ser assim definido: todo o processo consciente, toda a forma psicologicamente percebida está estreitamente relacionada com as forças integradoras do processo fisiológico cerebral. A hipótese da Gestalt, para explicar a origem dessas forças integradoras, é atribuir ao sistema nervoso central um dinamismo auto-regulador que, à procura de sua própria estabilidade, tende a organizar as formas em todos coerentes e unificados. Essas organizações, originárias da estrutura cerebral, são, pois, espontâneas, não arbitrárias, independentemente de nossa vontade e de qualquer aprendizado. A escola da Gestalt, colocando o problema nesses termos, vem possibilitar uma resposta a muitas questões até agora insolúveis sobre o fenômeno da percepção (GOMES FILHO, 2000, p.19).

No caso específico da arquitetura, assume interesse especial a noção de código na comunicação estética, pois o componente estético é meio por excelência para o processo comunicacional da arquitetura. A arte, e por extensão a informação estética, pretende afetar o observador, pretende impressionar seu psiquismo, estruturando uma sensação particular em cada receptor da mensagem (SILVA, 1985, p. 77). Códigos de que se serve a informação estética são, antes de mais nada de natureza essencialmente subjetiva e pessoal. Devido ao seu caráter icônico, os signos estéticos são muito menos convencionados que os signos lógicos. Isto não significa que os códigos da informação estética não permitem uma abordagem teórica fecunda (Silva, 1985, p. 79).

O olho humano é um aparato sensível, ainda que sem exercitar-se, a uma linha que não seja perfeitamente reta, perfeitamente vertical ou horizontal, e a uma curva que não seja contínua nem regular em sua curvatura. Mas não é igualmente sensível e sutil a apreciar os ângulos que não sejam retos nem ao perceber a espacialidade das formas complexas, ao menos quando estas não são visualmente possíveis de decomposição nem claramente semelhantes a formas simples. Ao ser o reconhecimento das formas uma condição para que a mensagem arquitetônica seja percebida, as formas serão tão mais perceptíveis e reconhecíveis quanto mais características e não confundíveis com outras, isto é quanto mais simples e regulares forem. E mais, as características formais específicas das figuras geométricas são tão fortes que geram nas pessoas imediatas e instintivas referências simbólicas. (QUARONI, 1987, p. 135)

Integrada por todas as suas partes, uma obra de arquitetura não pode cumprir a sua função e transmitir a sua mensagem a menos que apresente um padrão de ordem. A ordem é possível em qualquer nível de complexidade. Se não houver ordem, não há; como saber o que uma obra está tentando dizer (ARNHEIM, 1977 apud CHING, 1998, p. 319). Princípios adicionais que podem ser utilizados para criar ordem em uma composição arquitetônica. A ordem se refere não apenas à regularidade geométrica, mas sim a uma condição em que cada parte de um todo está apropriadamente disposta com referência a outras partes e ao seu propósito, de modo a produzir um arranjo harmonioso. Existe uma diversidade e complexidade naturais nas exigências do programa de um edifício. É no reconhecimento dessa atividade, complexidade e hierarquias naturais na programação, no projeto e na construção de edifícios que os princípios de ordem são discutidos. Ordem sem diversidade pode resultar em monotonia e enfado; diversidade sem ordem pode produzir o caos. Um sentido de unidade com variedade é o ideal (CHING, 1998, p. 320)

4 PROCESSO PROJETUAL ARQUITETÔNICO

4.1 PROCESSO DE PROJETO TRADICIONAL

4.1.1 Aspectos envolvidos no processo projetual arquitetônico

Oliveira (1992) caracteriza o projeto como resultado de um processo de invenção em que a representação é o componente insubstituível como fonte de informação sobre a solução proposta, permitindo que seja conhecida e até repetida em outros processos de invenção. Desta relação emerge a ação projetual na arquitetura, caracterizada por uma permanente tensão entre os processos de invenção e representação, na qual está implícito o saber arquitetônico.

Segundo Schön (2000), arquitetos estão preocupados fundamentalmente com o processo de projeto. A linguagem do processo de projeto é uma linguagem de fazer arquitetura. É um discurso no qual se fala sobre o ato de projetar, uma metalinguagem para descrever algumas características do processo que está sendo demonstrado e pelo qual se introduz a reflexão sobre a ação de construir o projeto.

Para Silva (1991, p.38), o projeto arquitetônico e a edificação pertencem a dois planos diferentes (figura 17). O programa é representação de certos elementos do contexto no plano das imagens mentais e o projeto é a resposta para o problema, ainda nos termos da linguagem das imagens mentais. Entre as diferenças do mundo real e do mundo das imagens mentais, salienta-se o fato de que, no segundo, os objetos e processos tendem a ser simplificados pela abstração de características que, no mundo real, não podem ser efetivamente suprimidas.

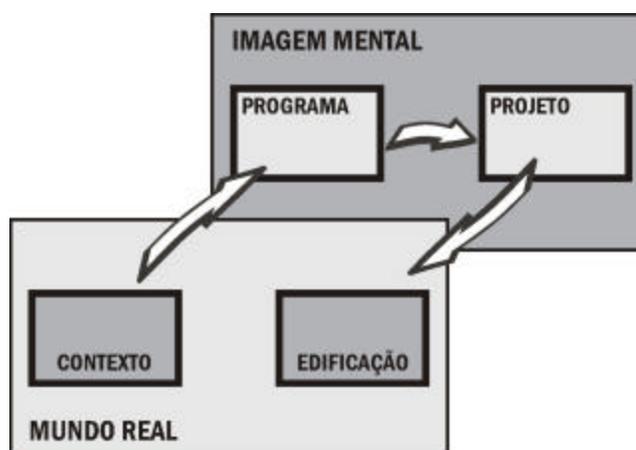


Figura 17: diferentes planos que envolvem o projeto de edificações: imagem mental e mundo real

4.1.2 Etapas do processo de projeto de arquitetura

A fase inicial de qualquer processo de projeto é o reconhecimento de uma condição problemática e a decisão de se encontrar uma solução para ela. O projeto é, acima de tudo, um ato deliberado, um empreendimento propositado. Um projetista deve primeiro documentar as condições existentes de um problema, definir seu contexto e levantar dados importantes para serem assimilados e analisados. Essa é a fase crucial do processo projetivo, já que a natureza de uma solução está inexoravelmente relacionada à maneira como o problema é percebido, definido e articulado (CHING, 1998).

O processo projetual na arquitetura, assim como em outros domínios, pode ser comparado a uma progressão que se desenvolve no tempo, no decorrer do qual decresce a incerteza inicial e cresce a definição da forma procurada. Estes fenômenos, diminuição da incerteza e aumento da definição (figura 18), não ocorrem necessariamente de modo gradual e regular, a realidade tem seus próprios padrões (SILVA, 1991, p.77).

A Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (2000, p.13-14), em seu manual indica que o desenvolvimento de um projeto de arquitetura se dá em etapas e fases. Isto faz com que seja possível caracterizar, em cada fase, um conjunto de dados e informações que, após análises e aprovações, permitem a continuidade das etapas subsequentes de trabalho. O desenvolvimento de um projeto implica as seguintes etapas e fases:

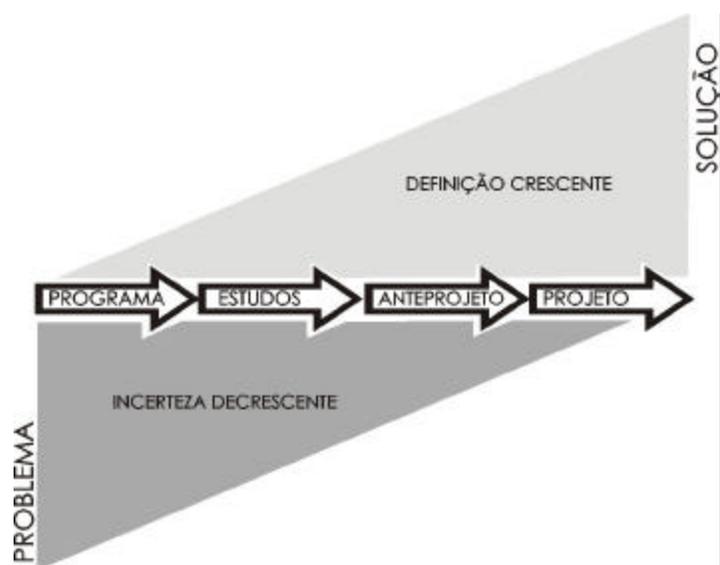


Figura 18: processo projetual se desenvolve em etapas no tempo, de forma que ao longo do processo diminui a incerteza em relação ao problema inicial e cresce a definição em relação à solução proposta

- a) levantamento de dados;
- b) programa arquitetônico;
- c) partido geral;
- d) estudo preliminar;
- e) anteprojeto;
- f) projeto (executivo e legal).

O **levantamento de dados** constitui-se da fase preliminar de definições, verificações e análises, compreendendo (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura, 2000, p.15):

- a) objetivos do cliente/ obra;
- b) programa de necessidades/ dimensionamento;
- c) informações do terreno;

- d) averiguações da legislação;
- e) padrões e sistemas construtivos;
- f) normas de apresentação e representação gráfica (se houver).

Pode ser entendido como **programa arquitetônico** a decomposição de uma necessidade determinante no conjunto mais ou menos definido e explícito de todos os requisitos e sub-requisitos que a integram (SILVA, 1991, p.83).

Na arquitetura, **partido geral** é segundo Corona e Lemos (1972 apud SILVA, 1991, p.99) o nome que se dá:

[...] consequência formal de uma série de determinantes, tais como o programa do edifício, a conformação topográfica do terreno, a orientação, o sistema estrutural adotado, as condições locais, a verba disponível, as condições das posturas que regulamentam as construções e, principalmente a intenção plástica do arquiteto.

Segundo Graeff (1960 apud Silva, 1991, p. 100), o partido geral deve ser entendido no sentido *lato* da expressão “como uma construção mental que envolve todos os traços dominantes do futuro edifício: o delineamento geral das plantas, elevações, seções, espaços internos e externos”. Seu objetivo é facilitar a comunicação das decisões que o projetista tomou, na forma de um conceito que, após seu desenvolvimento e pormenorização, se converterá na resposta correta para o problema (SILVA, 1991, p.101).

O **estudo preliminar** se caracteriza por representar o estágio inicial do processo projetual, quando se analisa o problema, para a determinação da viabilidade de um programa e do partido a ser adotado. Comumente, esta fase leva em consideração, em primeiro lugar, aspectos relativos ao pré-dimensionamento da obra concebida nas suas implicações com as características do terreno e nas relações com eventuais limitações contextuais já identificadas; a resolução do problema ainda num estágio embrionário e a pormenorização é inexistente, por ser ainda dispensável (SILVA, 1991, p.79). Seu principal objetivo é demonstrar a viabilidade do programa face às características do terreno e demais condicionantes (SILVA, 1991, p.104).

O anteprojeto representa a solução geral do problema, com a definição do partido adotado, da concepção estrutural e das instalações possibilitando a clara compreensão da obra a ser executada. Assim sendo, a preocupação com a escala, por exemplo, é mais rigorosa que a

demonstrada na etapa precedente, com decorrência de um dimensionamento mais preciso dos componentes. Alguns pormenores, todavia, ainda não estarão presentes. O projeto definitivo é a proposta conclusiva da solução do problema, representada de forma clara, exata e completa, e constituída de desenhos (plantas, cortes, elevações, esquemas, detalhes, etc.) e elementos textuais (memórias, especificações, gráficos e tabelas). Esquemáticamente, poder-se-ia afirmar que o anteprojeto interessa primordialmente à necessidade de compreensão e aprovação da idéia, enquanto que o projeto interessa à execução propriamente dita (SILVA, 1991, p.79).

4.1.3 A ação projetual

O processo de projeto é uma forma de construção. Em sentido mais amplo, envolve complexidade e síntese. Os projetistas juntam elementos e fazem com que outros elementos venham a existir, lidando, no processo, com muitas variáveis e limites, algumas conhecidas desde o início e outras descobertas durante o processo. Quase sempre as ações dos projetistas tem mais conseqüências dos que as pretendidas por eles. Análise e crítica cumprem papéis fundamentais dentro do processo como um todo (SCHÖN, 2000). Schrega (1999, p.96), reforçando o que foi apresentado por Schön (2000), afirma que o fazer do arquiteto é dialético pois gera-se uma idéia, analisa-se esta idéia e gera-se uma solução, analisa-se, então, esta solução e gera-se outra e assim por diante.

Cada ação tem conseqüências descritas e avaliadas em termos de um ou mais domínios do projeto. Cada uma tem implicações que a liga a ações posteriores. E cada uma cria novos problemas a serem descritos e resolvidos. O projeto é produzido construindo-se uma teia de ações, conseqüências, implicações, apreciações e mais ações (SCHÖN, 2000). Uma habilidade bem desenvolvida para elaborar capacita um projetista a investigar rapidamente várias alternativas de maneira precisa e eficiente. Começar com uma idéia básica, ou esquema, e por meio de uma série de sobreposições e transformações, chegar a um número razoável de alternativas (CHING, 2000, p.174).

4.1.4 Relatos e descrições do processo projetual arquitetônico

Ao relatarem seus processos projetuais, apresentam as descrições:

a) Bratke (2000, p.4):

Um projeto tem começo, meio e fim. O processo é mais ou menos assim: a partir de uma necessidade (programa) inicia-se uma fase analítica em que um ponto ramifica-se em dezenas, centenas, milhares de alternativas. Um emaranhado de novos problemas vai encontrando uma solução específica. Aí, começa a produção da síntese, quando se vai optando por aquelas que parecem ser as melhores, as mais atraentes, as mais sintéticas escolhas. O funil da síntese conduz à solução final. Muitas e muitas matérias entram no processo, o que faz da arquitetura um grande universo de conhecimentos.;

b) Le Gorreta (2000, p.5):

Cada pessoa tem a sua maneira de fazer as coisas, especialmente se se trata de uma atividade criativa. Para mim, o mais importante é estabelecer uma filosofia de desenho. Cada edifício necessita e deve ter sua própria filosofia. Quando recebo um encargo, passo muitas semanas sem desenhar. Durante este tempo penso no projeto todo o dia: enquanto me visto, como, escuto música, etc., mas especialmente quando vejo livros e visito lugares de inspiração que tem alguma relação com o problema. Algumas vezes visito projetos similares [...]. Pouco a pouco, começa a adquirir forma em minha mente a filosofia do projeto e de repente tenho a sensação de que está pronto: é quando começo. Quando chega este momento sinto uma emoção muito especial. Sinto gana de tomar o lápis e começar a desenhar linhas, quadrados círculos e formas, e a folha de papel começa a viver, minha imaginação voa, e as formas se criam, aparece a arquitetura [...].

Pesquisadores italianos buscam através da computação a reconstrução dos projetos de Frank Lloyd Wright, com a finalidade de estudarem seu processo projetual. Através do produto final, dificilmente se pode tecer o processo de criação do autor. Se o interesse recai exatamente pela discussão do processo criativo, o conhecimento dos croquis, que representam fragmentos do ato projetual é fundamental para se chegar a alguma compreensão. O pesquisador/usuário é assim o recriador dos caminhos lógicos do arquiteto que estuda, potencializando seu percurso crítico através das composições e recomposições do modelo digital, levando sua pesquisa a inúmeros cortes, detalhes, incursões e espaços jamais visualizados nas sempre mesmas imagens divulgadas dos projetos. Com os modelos de síntese, o crítico resgata as imagens que deseja, cria caminhos além da gravidade e mesmo

além dos percursos concretamente possíveis, aumentando com isso as possibilidades de análise (DUARTE, 1999, p. 165-166).

4.2 PROCESSO DE PROJETO INFORMATIZADO

4.2.1 Aplicação da informática no processo de projeto arquitetônico

4.2.1.1 Computador como ferramenta de desenho ou de projeto

Arquitetos e engenheiros sempre se defrontaram com as dificuldades para representar adequadamente seus projetos. Decodificar todas as implicações de uma edificação a partir de representações bidimensionais é uma tarefa que exige não só habilidade e clareza por parte do autor do projeto, como conhecimento técnico e uma boa parcela imaginativa por parte de quem o lê ou estuda (GRILO et al., 2001).

A computação e mais precisamente a computação gráfica têm, a partir da década de 1980, quando o uso do microcomputador se difundiu, e, mais intensamente na última década do século XX, alterado substancialmente o instrumental de representação. Os projetos tiveram seu tempo de concepção reduzido não só devido à grande economia de tempo de desenho, graças aos programas CAD, como também à otimização de gerenciamento de informações, garantida por sistemas de controle e compartilhamento de dados do projeto (GRILO et al., 2001).

Contudo, Montagú (2001), acredita que se produziu nos últimos anos uma sobrevalorização do desenho computadorizado em detrimento do desenho manual. Isto determinou que o computador fosse utilizado até o momento mais como ferramenta de desenho do que como um sistema de meios expressivos e projetuais. Para este autor, pode-se distinguir duas grandes linhas ou direções de trabalho com sistemas informatizados:

- a) a maioria dos projetistas transmitem suas idéias, geradas manualmente, e as digitaliza em um computador pessoal;
- b) a partir de desenhos manuais, aproveita exclusivamente as possibilidades de modelação 3D gerando múltiplas perspectivas que em alguns casos são ambientadas manualmente.

Uma terceira forma de trabalhar, que aproveitaria os recursos computacionais com bastante propriedade, seria a geração do projeto em 3D, estudando-o a partir de vistas e perspectivas e obtendo automaticamente os desenho em 2D.

O estudante deve se familiarizar com a variedade de ferramentas gráficas disponíveis para a expressão de idéias arquitetônicas (CHING, 2000, p.7). Talvez a interação entre os meios manual e digital seja a melhor alternativa.

4.2.1.1.1 Relato de exercício para um ateliê do 1º. ano de faculdade

Tipicamente, estudantes de projeto do primeiro. ano, são confrontados com o problema de como projetar em três dimensões: de como dar significado ao **caos**. A investigação tem sido feita geralmente através de maquetes produzidas à mão e projeções ortogonais gráficas em duas dimensões. Num exercício de projeto no computador este estudante é introduzido às operações básicas de computação, verificando como o computador, como ferramenta de projeto, trata com assuntos de conceituação de formas e espaço tridimensional. O fundamento deste exercício é o emprego de um **grid** (malha) como uma linguagem primária para projeto (GRAVES, 1992).

O *grid*, como ferramenta de ensino de projeto para arquitetos, tem sido usado através da história. Um abstrato, matemático ou adimensional *grid* foi notavelmente explorado por Durand, que usou o *grid* como um dispositivo compositivo em 1821. O *grid* como dispositivo construtivo, concreto, real e arquitetônico, foi usado por Habraken em 1976. Um híbrido dos *grids* abstrato e arquitetônico, com ambas propriedades compositivas e construtivas, tem sido utilizado por muitos arquitetos recentemente, como por exemplo Peter Eisenman e Raimund Abraham (GRAVES, 1992).

No exercício computacional, os estudantes são introduzidos através de uma série de exercícios para as técnicas clássicas de perspectiva e uma variedade de processos de análises. Estes exercícios iniciais estabelecem a infraestrutura para os exercícios no computador. Durante o processo de análise, os estudantes são encorajados a usar os resultados como geradores de projeto no computador. No ato de projetar, os estudantes devem ordenar suas composições de acordo com princípios de ponto, linha e plano, abordagem / aproximação, entrada, passagem e lugar, e extensão / expansão. A crítica toma lugar diretamente da estação de trabalho no computador: olhando para a tela ou em cópias impressas. Durante o processo de projeto são reforçadas as primeiras lições aprendidas em perspectiva e demonstrados no computador exemplos de perspectivas com 1, 2 ou 3 pontos de vista (GRAVES, 1992).

Quando se desenvolve uma introdução básica para projeto assistido por computador que deve trabalhar dentro de um programa de primeiro ano, as limitações de tempo são de importância considerável. Para ser bem sucedido, deve-se providenciar uma base de introdução ao trabalho com computador dentro de uma curva de aprendizado rápida. O programa deve ser complementar ao tradicional programa de projeto e deve confiar em um método de projeto viável. Com o artifício do *grid* no início do exercício no computador, o estudante pode rapidamente investigar, inventar, representar um processo de fazer arquitetura (GRAVES, 1992).

4.2.1.2 Níveis de aplicação do meio digital no processo de projeto arquitetônico

A abordagem prévia da relação existente entre o desenho arquitetônico e a arquitetura deixam claros os termos nos quais são efetuadas as relações entre o projeto e a computação gráfica. A tecnologia computacional, vista através dos programas gráficos, como um conjunto de procedimentos e de operações utilizados para produção de desenhos de arquitetura, contém sistemas de representação e variáveis gráficas cuja manipulação pelo operador transforma o instrumento em auxiliar na representação e produção do objeto, possibilitando a aproximação às estratégias projetuais e ao processo de ensino-aprendizagem (ROCHA, 1998, p. 40). É no processo de gerar idéias arquitetônicas e representá-las graficamente que se insere a tecnologia computacional (SAINZ; VALDERRAMA, 1992). Apesar disto, Rocha (1998, p.15) constatou que quando implementado durante a etapa inicial da concepção da **idéia/projeto**, agiu como agente bloqueador de aprendizado daquele estudante que não dominava

completamente nem a arquitetura, nem o programa de computador. O estudante, principalmente nos projetos de início de curso, não desenvolveu ainda um raciocínio autônomo que pudesse processar, através das suas estruturas mentais, um repertório arquitetônico qualificado.

Bermúdez e Stipech (2001) fazem uma reflexão sobre o projeto arquitetônico assistido por meios digitais nos três níveis primários de sua aplicação como:

- a) ferramenta de representação do espaço arquitetônico, concebido por métodos clássicos de projeto ou para sua análise e descrição;
- b) parte componente do processo de projeto dos espaços e objetos com uma resultante física final;
- c) o ambiente exclusivo de onde se concretiza o espaço projetado.

Desta forma, para Bermúdez e Stipech (2001), a forma de uso mais difundida do meio digital, como método de representação dos espaços e dos objetos ou para sua descrição. Tanto seja em projeções paralelas ou para criar imagens realistas, aproveitando suas possibilidades de modificação, transições e acabamentos quase perfeitos. Esta aplicação resulta extremamente atrativa e é a porta de acesso para familiarizar-se com o meio digital.

Para esses mesmos autores, ao incorporar ao processo de projeto do espaço físico os meios digitais se abre um amplo panorama de recursos para visualizar, representar e modelar com o suporte digital, o que depois terá que emigrar para as leis físicas de sua construção. Isto mostra por um lado uma inesgotável fonte de recursos para a experimentação e, por outro lado, influi diretamente sobre o processo e o produto final.

Para Bermúdez (1997), o meio digital ou eletrônico nunca será capaz de substituir ou mover completamente o poder representativo do meio manual (lápiz-papel-modelo), pela razão de que a arquitetura nasce e está enraizada e definida pela materialidade, pelo tectônico, e este caráter ontológico não pode ser transcendido pela simulação eletrônica. Segundo Lawson (1986, p.190), o sucesso do processo computadorizado será em função, não somente das características do computador, mas também da capacidade de entender o processo que se está tentando informatizar. A aplicação de técnicas computacionais a qualquer sistema nos força a

tornar explícito qualquer procedimento implícito e nos impele a examinar e investigar as suposições sobre a maneira que decisões são tomadas. Assim, sistemas de projeto assistido por computador, provavelmente venham a ensinar mais sobre o próprio projetar, e por esta razão, a pesquisa sobre CAD deve ser incentivada aos projetistas.

4.2.1.3 Aspectos positivos do uso de sistemas digitais no projeto

O desenhista com certa experiência começa seu processo generativo pelos caminhos tradicionais, mais ambíguos, e quando tem certa segurança sobre o objeto apela a este intermediário para desenhá-lo. Antes disto, a excessiva precisão seria uma trava. A partir daí é uma ajuda rápida e valerosa porque separa o possível e o impossível do objeto de maneira imediata e inesperável. Novos programas de computação, entretanto, pouco generalizados, buscam reduzir esta brecha entre a idéia primeira e o desenvolvimento. Permitem partir de objetos tridimensionais e modificá-los, postergando as projeções analíticas para quando se tenham certezas maiores. É como projetar em maquete, dentro das limitações do sistema, mas sem o trabalho manual de cortar e montar materiais reais (MARTINEZ, 1998, p. 238).

Para Schrega (1999, p.96), a ferramenta de análise que esteve sempre disponível até o momento era a expressão gráfica, o desenho. Desenhos e mais desenhos tinham que ser elaborados até se ter condições de gerar uma análise completa da idéia. Os desenhos quase sempre eram feitos e refeitos num processo demorado e que sempre partia do zero. Com a computação gráfica ganha-se o poder de modelar dinamicamente as idéias e de gerar em tempo real perspectivas, cortes, elevações, cortes perspectivados todos a partir de um elemento base que é a **maquete eletrônica**. Martinez (1998, p. 239), reforça as colocações de Schrega (1999, p. 96), indicando que com o uso de sistemas informatizados, o arquiteto tem, teoricamente, mais tempo para inventar, que é o que gosta, já que não tem que perder tempo em desenhar e redesenhar planos de obra.

4.2.1.4 Possibilidades de modelagem do projeto

Novitsky (1999), afirma que trabalhar com software de modelagem torna os estudantes melhores pensadores 3D. A quantidade de informação que podem imaginar e testar estende sua capacidade de projeto. Entretanto, isto não significa que computadores podem substituir o talento. Segundo BRITO (2001, p. 42), muito mais do que uma sofisticada forma de representação do projeto, a modelagem em 3D passa a ser uma ferramenta de simulação do produto, auxiliando à tomada de decisão.

4.2.2 Desenho parametrizado: elementos e atributos

À medida que se desenvolvem os softwares, sua capacidade de dar suporte à maneira que arquitetos trabalham e pensam melhora constantemente. Enquanto os sistemas de CAD iniciais simplesmente desenhavam uma linha entre dois pontos definidos numericamente, as últimas versões trabalham com objetos que incorporam informação arquitetônica específica. O termo objeto, neste contexto, na realidade vem de um jargão da ciência da computação. Em um sistema baseado no objeto, uma parede, por exemplo, é mais do que duas linhas paralelas na tela do computador. Em vez disto, o gráfico correlaciona com uma base de dados de características, tais como altura, espessura, materiais, acabamento, classe de transmissão de som e avaliação em relação a incêndio (NOVITSKI, 1999).

Muñoz (2001), questiona porque usar um computador para desenhar um par de linhas paralelas, quando pode usar-se para construir um muro, com todas as suas propriedades inerentes. Segundo Cavalcanti (1999, p.28), hoje, além de ser possível **levantar** uma planta baixa do papel no computador, também podemos modelar, aplicar materiais nos móveis, nas paredes, pisos, piscinas, jardins, etc. E para complementar, ainda é possível fazer um passeio, como se fosse utiliza uma câmara, por todo o ambiente, mesmo antes dele ser construído de fato afirma

4.2.3 Padronização e homogeneização de arquivos e desenhos

A interligação de microcomputadores em rede, dentro de um mesmo ambiente de trabalho, é cada dia mais comum (e necessária), facilitando o acesso a bancos de dados comuns e otimizando recursos de impressão e conexão à Internet. Mas o que parece um avanço, dificilmente poderá ter seu potencial totalmente explorado sem uma padronização que permita um gerenciamento de informações adequado. Uma norma já se faz necessária, principalmente na elaboração de critérios para definição de *layers*, ou seja as camadas que compõem o desenho, do padrão AutoCAD e para a nomenclatura dos arquivos à exemplo do que já vem ocorrendo em algumas empresas e principalmente, no exterior (FONSECA, 1998, p. 85).

Preocupada com a rápida evolução da informática, a Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (ASBEA) está propondo, em conjunto com outras entidades do setor a unificação de linguagem e critérios para projetos CAD. Isso deverá permitir a integração de projetos e agilização da troca de informações. Estão propostos a padronização dos modelos de apresentação de *layers*, diretórios e arquivos, a adoção do uso de desenhos referenciados e o estabelecimento de critérios de entrega de arquivos. A norma será encaminhada à Associação Brasileira de Normas Técnicas. A única norma brasileira de representação gráfica que rege o assunto diz respeito ao desenho à lápis (RODRIGUES, 2001, p.32).

Novitski (1998) coloca que para uma profissão que se orgulha de sua criatividade e ocasionalmente de sua excentricidade, a necessidade de conformidade/semelhança da tecnologia, pode ser difícil de aceitar. Contudo o autor relata que a maioria dos usuários de tecnologia da informação entrevistados impõe padrões de hardware e software, facilitando troca de arquivos, impressão e plotagem, reduzindo custo de suporte operacional e de treinamento. Segundo Neutelings (2001), outro efeito do uso de computadores tem sido uma homogeneização das apresentações de projetos. O que iniciou em preto e branco, com rígidos modelos tridimensionais desenhados com linhas (*wireframe*) nas linguagens Cobol ou Basic, evoluiu rapidamente para apresentações com milhões de cores. Rocha (1998, p. 72), salienta que de qualquer maneira, no meio tradicional o evento dos gabaritos, tipos de penas diferenciadas, *letraset*, etc. estabeleceram convenções e padronizações gráficas na representação do projeto. Isto também ocorre nas imagens produzidas por computador, que são muito semelhantes entre si.

Apesar da facilidade dos programas padronizados, a criatividade é fundamental para bons desenhos e resultados. Deve-se ter o cuidado para não cair no excesso de padronização. Um arquiteto que queira ter menos trabalho, pode ir armazenando detalhes e repeti-los sempre, não criando mais nada novo (MARTÍNEZ, 1998).

4.2.4 Tecnologia computacional no projeto arquitetônico: ainda a sub-utilização

Atualmente existe uma lacuna entre o instrumental de representação de arquitetura e o compartilhamento de idéias entre os diferentes profissionais que atuam em um projeto de construção civil. Apesar dos inúmeros avanços da computação gráfica na última década, os recursos ainda são, via de regra, sub utilizados por arquitetos e engenheiros (GRILO; MONICE, 2000).

Resultado da *survey* realizada por Schmitt (1998, p. 172), aponta alguns aspectos que se destacaram no contexto do seu estudo, sendo que um aspecto que interessa em particular para este trabalho é o uso de recursos computacionais gráficos, como o CAD. A pesquisa mostra que, naquela época, entre as empresas de Porto Alegre, o uso era muito restrito, não só quanto ao número de empresas que o empregam, mas também quanto aos projetos desenvolvidos com essa ferramenta.

Bermúdez e Stipech (2001) chamam a atenção para uma acomodação superficial do meio eletrônico:

- a) copiar o trabalho manual exceto para quem o faz de maneira mais rápida e sedutora (desenho técnico, graficação em duas dimensões);
- b) não integrar ao processo de projeto, sendo o meio eletrônico usado depois e não durante o processo de projeto.

Bhavnani et al. (1996 apud BRITO, 2001, p. 43), destaca que os sistemas CAD, em geral, são sub-utilizados na indústria da construção. Isto ocorre devido a diversos fatores tais como:

- a) treinamento insuficiente;
- b) resistência ao uso de três dimensões;
- c) falta de padronização das informações
- d) falta de interoperabilidade entre aplicativos.

O treinamento, normalmente, é ineficiente pois acontece em geral, apenas uma vez, no início do aprendizado (BHAVNANI et al., 1996 apud BRITO, 2001, p.43). Entretanto, o treinamento periódico é essencial à medida que a evolução dos sistemas CAD torna-se cada vez mais rápida. Segundo esses autores, apesar dos sistemas CAD oferecerem um grande número de comandos, os usuários limitam-se a usar um número restrito destes.

Segundo Coles (1994 apud BRITO, 2001, p. 44), embora o processo de projeto em duas dimensões seja mais fácil, este aumenta a possibilidade de enganos. Por isso, projetar em três dimensões (3D) é mais difícil, pois diversas partes do projeto devem ser consideradas simultaneamente. O uso de 3D tende a reduzir os enganos e também as barreiras de representação entre projeto e construção, além de auxiliar nas decisões formais.

Outro fator responsável pela baixa produtividade e sub utilização dos sistemas CAD é a falta de interoperabilidade entre os aplicativos dos sistemas CAD. Segundo Bartz (1995 apud BRITO, 2001, p. 45), os aplicativos têm sido desenvolvidos separadamente utilizando diferentes métodos para atender às necessidades de diferentes profissionais, resultando assim em incompatibilidades.

A reunião e interrelação dos fatores acima citados, são evidências que demonstram que os sistemas CAD, em geral, estão sendo utilizados como prancheta eletrônica, isto é, para a simples automatização das atividades de desenho isoladas (BRITO, 2001, p. 45).

4.3 PROCESSO DE CRIAÇÃO

4.3.1 Criatividade e invenção: definições e obstáculos

Edwards (2002, p.295), apresenta a criatividade como sendo a capacidade de encontrar novas soluções para um problema ou novas formas de expressão; o ato de dar existência a algo novo para uma pessoa. E a imaginação, seria a recombinação, em um novo arranjo, de imagens mentais provenientes de experiências passadas.

Cooper e Press (1997, p. 168) afirmam que criatividade, inovação e projeto estão interconectados, sendo importante compreender claramente o que cada um significa:

- a) criatividade: é a geração de associações inéditas, de novas idéias e de invenção;
- b) inovação: está relacionado com a implementação de idéias criativas;
- c) projeto: está fundamentalmente envolvido com a entrega das idéias ao mercado.

Cooper e Press (1997, p. 168-169), salientam que, como parte do seu processo educacional, projetistas desenvolvem habilidades em criatividade (por exemplo, pensamento original), em geração de idéias, em resolução de problemas de forma criativa e em inovação e projeto. Deve-se lembrar que criatividade tem pouca correlação com QI (quociente intelectual) e desempenho acadêmico, e que a maioria das pessoas se sente desconfortável com tarefas criativas. Segundo o autor, os quatro principais obstáculos da criatividade são:

- a) falta de tempo: para considerar alternativas, definir abordagens ao trabalho ou pessoal insuficiente para a tarefa que precisa ser realizada;
- b) avaliação sob pressão: clima negativo, pressão tanto quando um trabalho está bom quanto quando está ruim;
- c) acomodação: relutância que as pessoas tem à mudança;
- d) problemas políticos: falta de cooperação entre os diversos envolvidos no processo, sabotagem.

Para Lethaby (1981 apud MAHFUZ, 1986, p. 48), “Invenção é uma nova combinação daquelas imagens que foram previamente reunidas e depositadas na memória: nada vem do nada. O arquiteto que não armazena materiais não pode produzir nenhuma combinação.” Martinez (1998, p.232), completa indicando que a noção de que o artista inventa a seu gosto, aplicada à arquitetura, leva a idéia enganosa da invenção necessária e permanente, quando na realidade, a maioria dos edifícios repete com variações outros edifícios já realizados. Da mesma maneira, Varas (1985 apud Mahfuz, 1986, p. 48) afirma “Nada existe sem experiências anteriores. Não se inventa a arquitetura toda a manhã.”.

O depoimento do arquiteto Cláudio Araújo, citado por Fuão et al. (2000, p. 120), que ilustra este assunto:

Estou convencido de que em arquitetura há pouca invenção. Recria-se em função de novas tecnologias, materiais, outros usos e aspectos sociais do momento. São influências que conduzem a reinterpretarções. [...] Pouco se inventa, metabolizamos coisas observadas ao longo da vida. [...].

É preciso enfatizar que um método de ensino de projeto baseado na transmissão e manipulação de um repertório não significa a estagnação da arquitetura. As lições da história não devem ser tomadas literalmente, no sentido de um respeito sem discernimento pelo existente, senão, e sobretudo, como sugestões que nos convidam a inventar (MAHFUZ, 1986, p. 66).

4.3.2 Análise de referências para construção de repertório

Rocha (1998, p. 55) defende a idéia do precedente arquitetônico, gerador de um repertório, formado por conceitos e imagens que subsidiam o aluno na formação do conhecimento necessário ao exercício e fundamentação teórico-prática da ação projetual, embasando o processo de invenção e representação do objeto em análises críticas de obras ou conjunto de obras arquitetônicas (Rocha, 1998, p. 55).

A capacidade para descobrir uma solução fundamentalmente diferente para um problema, para criar um mecanismo diferente, depende da riqueza de nossa experiência, assim como o potencial expressivo de linguagem de uma pessoa não pode transcender o que é exprimível

em seu vocabulário. É impossível dar receitas de como projetar (HERTZBERGER, 1999, p.5). Para Schön (2000) , construir um repertório de exemplos, imagens, compreensões e ações, inclui locais já vistos, prédios conhecidos, problemas de projeto encontrados e soluções produzidas.

Hertzberger (1999, p. 5), salienta que quando um profissional discute o seu próprio trabalho, ele tem que se perguntar o que foi adquirido de quem. Pois tudo o que se descobre vem de algum lugar. A fonte não foi a própria mente, mas a cultura a que se pertence. Acredita que os arquitetos, e não apenas eles, têm o hábito de ocultar suas fontes de inspiração e até mesmo de tentar sublimá-las, como se isto fosse possível. Mas, ao fazê-lo, o processo de projetar se torna nebuloso, ao passo que, ao se revelar o que os moveu e estimulou em primeiro lugar, podem explicar a si mesmo e motivar nossas decisões. Portanto, tudo o que é absorvido e registrado por nossa mente soma-se à coleção de idéias armazenadas na memória: uma espécie de biblioteca que podemos consultar toda vez que surge um problema. Assim, essencialmente, quanto mais tiver visto, experimentado e absorvido, mais pontos de referência se tem para ajudar a decidir que decisão tomar: o quadro de referência se expande.

Um projetista não necessita somente informação quantitativa, mas também qualitativa. Este tipo de informação é extremamente importante para o projetista colocar seu próprio conhecimento no contexto. Durante o processo de projeto, projetistas confiam na intuição baseada na informação armazenada no subconsciente da sua mente (figura 19). Esta informação subconsciente está relacionada com os cinco sentidos: visual, oral, tátil e assim por diante, e é coletado pelo projetista fazendo um esforço consciente para observar o mundo em volta dele (COOPER; PRESS, 1997, p. 151).



Figura 19: habilidade do projetista de visualizar conceitos (COOPER; PRESS, 1997)

4.3.3 Atividade criativa no projeto arquitetônico

Rio (1998, p. 201) apresenta ser um equívoco considerar o papel da criatividade no processo de projeto como fator preponderante, uma distorção que tem se mostrado particularmente maléfica para o ensino do projeto de arquitetura. Também contrário à noção de que ser criativo quer dizer possuir inspiração inata, Comas (1986 apud RIO, 1998) observou que, mesmo aceitando-se a intuição como relevante na concepção de um partido, “é muito improvável que ela brote de um vazio subitamente iluminado”. Esta também é a compreensão de Mahfuz (1995 apud RIO, 1998) para quem:

a atividade de criação exercida por arquitetos e designers não parte de uma tabula rasa nem da consideração exclusiva de aspectos estruturais e programáticos, e pode ser definida como uma atividade que se baseia em grande parte na interpretação e adaptação de precedentes.

Quando um profissional consegue entender uma situação que percebe como única, ele a vê como algo já presente em seu repertório. Vendo **esta** situação como **aquela** um profissional também pode **agir** nesta situação **como** naquela. Na verdade todo o processo de **ver como** e **fazer como** pode ir adiante sem uma articulação consciente. O investigador poderá refletir sobre as semelhanças e as diferenças que ele percebeu ou experimentou. Pode fazê-lo comparando, conscientemente, as duas situações ou descrevendo a situação atual à luz de uma referência tácita à outra (SCHÖN, 2000).

4.3.4 Desenho como gerador de criatividade e de concepções de arquitetura

Os alunos costumam dizer que quando aprendem a desenhar ficam **mais criativos**. Obviamente, muitos caminhos levam a atitudes criativas: o desenho é apenas um deles. Howard Gardner, professor de Psicologia e Educação da Universidade de Harvard, comenta esse elo: “Por uma guinada curiosa, as palavras arte e criatividade se tornaram bastante próximas em nossa sociedade.” (GARDNER, 1993 apud EDWARDS, 2002, p.32).

Também costumam dizer que se sentem **mais artísticos** quando aprendem a desenhar, e com isto **mais criativos**. Uma das maneiras de se definir uma pessoa criativa é dizer que ela é capaz de processar de formas novas as informações que lhe chegam: as informações

sensoriais que se encontram a disposição de todos. Edwards (2002, p. 60) afirma ainda que uma pessoa criativa enxerga intuitivamente possibilidades de transformar dados comuns em nova criação, que transcende a mera matéria-prima.

4.4 PROCESSO DE DESENHO

4.4.1 Origem do desenho para projeto de arquitetura

O homem possui longa história na habilidade de projetar (CROSS, 1999 apud BRITO, 2001 p. 28) e, conseqüentemente, na forma de representá-lo. Segundo Oliveira (1976), os primeiros desenhos de arquitetura encontrados na Mesopotâmia datam de 2450 a.C. Nesta época, tabletas de barro eram utilizados como suporte da escrita e desenho, e o sistema de representação era através das projeções ortogonais.

O desenho de arquitetura do período egípcio sofreu poucas inovações em relação à prática realizada na Mesopotâmia. No Egito se deu a invenção dos suportes flexíveis para escrita e desenho: o papiro. Além disso, os egípcios utilizavam cores para convenção de desenhos. Os processos de representação também eram baseados na utilização das projeções ortogonais. O repertório de maquetes de arquitetura era vasto, em função do fato que, em quase todos os túmulos, era comum a colocação de uma pequena maquete da habitação (Oliveira, 1976).

No período greco-romano, surgiram alguns novos conceitos de representação como a *ichnographia*, que é o desenho da planta baixa em escala reduzida (possivelmente cumprindo a mesma função dos esboços e croquis utilizados atualmente), a *ortographia*, que corresponde à elevação da fachada discretamente colorida e com medidas correspondentes à execução, e a *scenographia*, que é a perspectiva. Destaca-se ainda o surgimento do pergaminho em substituição ao papiro (BRITO, 2001, p.30).

O período medieval, trouxe muitas inovações na representação do projeto. Segundo Oliveira (1976), os desenhos medievais eram concebidos dentro das concepções contemporâneas dos desenhos de arquitetura.

Diante deste breve histórico, que descreve como os desenhos de arquitetura eram representados, pode-se concluir que estes sofreram poucas transformações durante os vários milênios da história. A resistência a mudanças, principalmente as relacionadas à utilização das tecnologias da informação emergentes e representação em três dimensões, podem ser melhor compreendidas quando se conhece o contexto no qual a produção de desenhos no processo de projeto tem evoluído (BRITO, 2001, p.30).

4.4.2 Habilidade para desenhar e a necessidade de aprender a ver

Para Edwards (2002, p.28), o processo de desenhar é curioso. É tão interligado com o ato de ver que mal pode dele se separar. A capacidade para o desenho depende da capacidade para ver da maneira que um artista vê. Não se pode ensinar alguém a desenhar, com palavras. O mesmo autor (2002, p.41) salienta que a habilidade de perceber é a alfabetização mais fundamental para o desenho, a ser necessariamente aprendida, antes de uma progressão para o desenho imaginativo.

Edwards (2002, p. 18), ainda comenta que a habilidade global para desenhar exige somente cinco componentes básicos. Esses componentes são capacidades de percepção (figura 20):

- a) das bordas;
- b) dos espaços;
- c) dos relacionamentos;
- d) de luzes e sombras;
- e) do todo, ou *gestalt*.

As habilidades básicas adicionais que são necessárias para o desenho criativo e expressivo, são duas: desenhar de memória e a partir da imaginação.



Figura 20: componentes exigidos para a habilidade global para desenhar (Edwards, 2002)

4.4.3 Natureza dual do raciocínio humano e do processo de desenho

Edwards (2002, p.11) comenta que o cérebro humano usa dois modos de pensar fundamentalmente distintos, um verbal, analítico e seqüencial, e outro visual, perceptivo e simultâneo. Segundo Edwards (2002, p.57), aparentemente, o lado direito do cérebro percebe, isto é, processa informações visuais, da maneira pela qual deve-se ver para poder desenhar. Já o lado esquerdo do cérebro percebe de uma forma que parece interferir com o ato de desenhar. A listagem de formas paralelas de conhecimento (figuras 21 e 22) complementa a afirmação da autora quanto à natureza dual do raciocínio humano e nos permite traçar um paralelo entre o funcionamento do microcomputador e da própria arquitetura do programa e o raciocínio de um projetista (BOGEN, 1972 apud EDWARDS, 2002, p.59).

Lado Esquerdo	Lado Direito
Intelecto	Intuição
Digital	Analógico
Abstrato	Concreto
Proposicional	Imaginativo
Analítico	Relacional
Racional	Intuitivo
Seqüencial	Múltiplo
Cartesiano	Holístico
Objetivo	Subjetivo
Sucessivo	Simultâneo

Figura 21: comparação de características dos lados esquerdo e direito do cérebro humano

4.4.4 Expressão e representação nos projetos arquitetônicos

4.4.4.1 Apresentação do projeto arquitetônico

A finalidade principal da representação gráfica em arquitetura é a comunicação. Embora os desenhos que compõe uma apresentação arquitetônica possam ser excelentes trabalhos gráficos em duas dimensões e dignos de uma exposição, são meramente ferramentas de comunicação, nunca fins principais em si mesmos (CHING, 2000, p. 177). Esta comunicação gráfica exige habilidades mentais além de destreza manual. A representação gráfica é o resultado de um processo de projeto, uma análise cuidadosa de porque, quando e onde uma técnica gráfica é empregada, assim como a sua execução (CHING, 2000, p.7).

Lado Esquerdo	(Microcomputador)	Lado Direito	(Projetista)
Abstrata	Seleciona uma pequena parte das informações e a usa para representar o todo	Analógica	Vê as semelhanças entre as coisas; compreende relações metafóricas
Racional	Tira conclusões baseadas na razão e nos fatos	Não-racional	Não precisa se basear na razão ou nos fatos, não se apressa a formar julgamentos ou opiniões
Digital	Usa números como no ato de contar coisas	Espacial	Vê onde as coisas se situam em relação a outras e como as partes se unem para formar o todo
Lógica	Tira conclusões baseadas na lógica: uma coisa segue outra em ordem lógica – como, por exemplo, num teorema matemático	Intuitiva	Assimila as coisas “aos pulos”, muitas vezes à base de amostras incompletas, palpites, pressentimentos ou imagens visuais
Linear	Pensa em termos de idéias concatenadas, um pensamento se seguindo diretamente a outro e quase sempre levando a uma conclusão convergente.	Holística	Apreende as coisas integralmente, de uma só vez; percebe configurações e estruturas globais, o que muitas vezes o leva a conclusões divergentes

Figura 22: adaptação da comparação de características dos lados esquerdo e direito do cérebro humano com características de funcionamento de um microcomputador e de raciocínio de um projetista

Os métodos de desenho mudaram quase totalmente ao aplicar-se a tecnologia de sistemas CAD, embora os resultados finais não necessariamente refletiam o uso do computador (MONTAGÚ, 2001). Estudantes que entendem o desenho apenas como uma representação visual de uma idéia podem tomar críticas ao projeto como se os esboços estivessem simplesmente mal acabados (SCHÖN, 2000). É fundamental o cuidado para não resultar uma péssima arquitetura, muito bem representada (SAINZ, 1994, p.80)

4.4.4.2 Geometria e perspectiva: elementos do projeto arquitetônico

A sabedoria empírica demonstra que o papel aceita qualquer coisa. A eventual excelência dos meios de comunicação gráfica não é garantia da qualidade da concepção. Uma figura geometricamente impossível (figura 23), pode ser desenhada com técnicas requintadas, mas nem por isso tornar-se exeqüível (SILVA, 1991, p.40).

A geometria é um tema. A arquitetura é outro, mas há geometria na arquitetura. É certa sua presença como é certa a presença da matemática na física, como das letras nas palavras. Entende-se que a geometria é parte constitutiva da arquitetura, indispensável para ela, mas de nenhuma maneira dependente da arquitetura. Os arquitetos não produzem geometria, a consomem (MARTINEZ, 1998, p. 239).

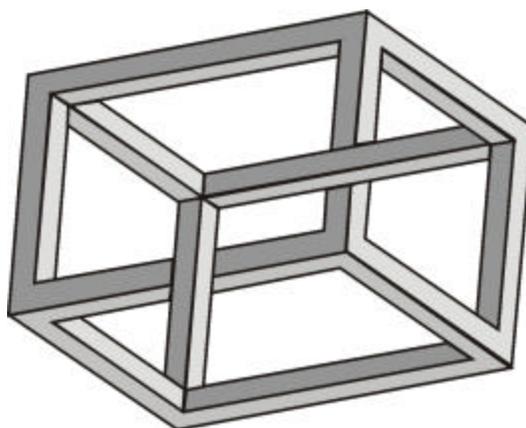


Figura 23: figura geometricamente impossível (SILVA, 1991)

A propósito da geometria, é importante falar da perspectiva, termo que se refere à imagem que se forma no olho ou em outros aparatos (máquina fotográfica, por exemplo) quando se dirigem ao objeto: imagem que as técnicas gráficas e geométricas sempre tentaram reproduzir para representar a realidade, não só arquitetônica, nos desenhos e pinturas. Em arquitetura a perspectiva é um meio, junto com outros sistemas de projeto que oferecer em desenho as três dimensões do objeto real, imaginando-o realizado (QUARONI, 1987, p. 158).

Se todo desenho supõe uma abstração, é evidente que tal abstração possui graduações. Dos três sistemas de representação usados em arquitetura (perspectiva, axonométrica e projeções ortogonais), a perspectiva é aquela que possui menor grau de abstração. A representação gráfica antecipa o que será a futura realidade arquitetônica. Contudo, a qualidade gráfica de

um desenho não implica a qualidade arquitetônica do edifício, e vice-versa (SAINZ, 1994, p.79).

4.4.4.3 Desenho à mão livre, predileção pelo croqui

O esboço finalizado deve comunicar suas observações e seu ponto de vista. Assim como a sua mão deve ser capaz de registrar graficamente suas observações rápida e precisamente, seu olho deveria ser capaz de absorver da mesma maneira a natureza dessas observações. Os estudantes freqüentemente, tem dificuldade em fazer esboços acuradamente, pois acreditam que podem compreender sem observação cuidadosa, confundindo as impressões psicológicas na sua mente com aquilo que realmente vêem. Quando a precisão de um esboço deteriora-se a ponto de tornar-se incompreensível para o observador, perde-se o poder da comunicação gráfica (CHING, 2000, p. 165).

Bagnetto (2001) afirma que os conhecimentos em aspectos técnicos de um projeto e sua capacidade de desenhar, podem dar credibilidade ao profissional. Em um canteiro de obras ou esquematizando rapidamente nas costas de um guardanapo no local do trabalho, o profissional está apto a explicar aos operários ou clientes exatamente o que necessitava ser feito. A autora complementa: “Bons projetistas desenhavam, e desenhavam muito”.

Nos dias de hoje, muitos desenhos são produzidos no computador, com o auxílio do CAD. Contudo, para MARTÍNEZ (1998, p. 238), o computador não é um instrumento de desenho, como o lápis, que é uma projeção tátil do sistema mão / mente. É um intermediário, que desenha desde nossas indicações, dada pela mão que usa o botão do mouse segundo o que a vista observa em uma tela. O intermediário eletrônico desenha segundo suas **próprias mãos** ou manias. Uma destas manias é a precisão. A máquina não acompanha bem o caminho desordenado da criação artística. Digamos que corta o circuito das rápidas alternâncias mente, lápis, papel, mente.

4.4.4.3.1 Relato de estudo exploratório sobre preferências na representação arquitetônica

Estudo exploratório realizado por Merlin (2000) focalizou as concepções de estudantes de Arquitetura sobre a importância do desenho na formação do arquiteto, analisando relações entre crenças pessoais e processo de formação. Um dos objetivos foi identificar as preferências pessoais por formas de representação do desenho arquitetônico, como o croqui para facilitar a expressão com o interlocutor na relação profissional.

Levando em consideração as possibilidades propostas pelos croquis para a execução do desenho arquitetônico, quando compartilhado com as representações de quem desenha, podemos considerar a caminhada desenvolvida pelos estudantes na apropriação dessa habilidade, como sendo um ponto de grande importância para seu desempenho profissional. A habilidade de construir representações figurativas e formais ocupa um espaço privilegiado junto à formação de novos conceitos da realidade. O desenho técnico está relacionado com as técnicas construtivas e exige um conhecimento, mais formalizado e de campos afins, deixando bem definida a função da escola no que diz respeito à informação e atualização do futuro profissional (MERLIN, 2000).

Na pesquisa realizada por Merlin (2000), os desenhos feitos à mão pelos estudantes durante a sua formação parecem ter níveis de preferência na graduação em arquitetura. Dentre as formas de desenhar, 42% dos argumentos apontam preferência pelos croquis para a representação das idéias do projeto. Os croquis, definidos como um desenho feito à mão e sem régua ou outros instrumentos auxiliares, contêm certa liberdade no que diz respeito às convenções técnicas. Eles possibilitam a expressão do espaço com maior rapidez, principalmente porque todo projeto começa a se materializar com o desenho. Na opinião dos alunos, os croquis, sendo de características mais livres, irão facilitar a criatividade e o raciocínio de quem desenha, porém, segundo Podestá (1994, apud MERLIN, 2000): “nem sempre registram, de imediato, resultados claros, definidos, precisam ser amadurecidos pela sobreposição de novas linhas, manchas e massas, pela alteração de proposições”.

O processo de reflexão pelo desenho se constrói a partir da possibilidade de reflexão e da facilidade de ser revisado a cada traço. Esse processo cognitivo do indivíduo pode ser acompanhado por ele próprio e pelos outros e desta forma, como salienta Podestá (1994, apud

MERLIN, 2000)), “mais do que um suporte, a superfície do papel torna-se território de reflexão”

Na pesquisa realizada por Merlin (2000), o desenho técnico é uma forma de desenho que apresentou 36% do total dos argumentos e parece dar ao estudante um maior domínio do trabalho. É construído a partir de técnicas de representação, utilizando-se de instrumentos como escalas, gabaritos, régua, e, também, de regras específicas. Isso o torna mais simples e objetivo, pois depende de ser aprendido e não exige muita habilidade criativa do aluno. Essa forma de representar possui preferência entre os estudantes dos primeiros anos da graduação, enquanto que os croquis parecem desenvolver um trajeto inverso, ou seja, o desenho de representação deixa de ser objeto de preferência para dar espaço aos croquis, entendidos com uma forma de desenhar marcada fortemente pela presença das idéias.

4.5 INTERAÇÕES MÚLTIPLAS

4.5.1 Coexistência dos meios tradicional e digital no ateliê de arquitetura

A coexistência dos meios de comunicação de arquitetura através do tradicional (manual) e do digital é comum nos ateliês das faculdades e na produção dos estúdios profissionais, mas quase nunca misturados: os que optam pelo digital não mesclam o manual. A alternativa de mesclar ambos processos e realizar uma síntese entre diversas técnicas não só se manifesta na forma de comunicação, mas na influência nos métodos projetuais, no lançamento preliminar e na formação do objeto e do espaço projetado. A possibilidade de potencializar os recursos digitais com a manipulação em conjunto com os meios tradicionais nos remete a forma de trabalho do ateliê de arquitetura e não a um laboratório de informática. De onde se deverão conectar os processos empíricos sobre os materiais e a forma, as especulações teóricas e a reflexão, que são invariantes do processo de lançamento preliminar, apesar de haverem sido abandonados em muitos casos em função de uma errônea idéia de produtividade (BERMÚDEZ; STIPECH, 2001).

Montagú (2001) acredita não ser possível um retorno exclusivo aos métodos tradicionais, mas em uma nova valorização das técnicas tradicionais em relação a potencialidade do operativo e representacional de meios digitais, utilizando interações múltiplas entre estes meios e os tradicionais. Para Bermúdez e Stipech (2001), um paradigma de interação de meios é o que proverá nossa disciplina com a base necessária para encarar exitosamente os desafios do futuro. A necessidade de refletir e experimentar com o virtual nunca havia sido tão real como hoje. A prática e a educação arquitetônicas de amanhã estão adiante do puramente digital, mas entre o manual e o virtual, e não em um meio ou método de produção mas em múltiplos meios ou métodos produtivos. A hibridade e a multiplicidade são os caminhos ao futuro.

4.5.2 Tecnologias multimídia e o projeto arquitetônico

Considerando-se esta multiplicidade de caminhos, depara-se com a utilização das tecnologias multimídia. Há muitas razões para a utilização de multimídia na educação, formação, serviços de informação, negócio, entretenimento. Em primeiro lugar o poder das imagens é enorme. Apenas recentemente, com o advento das tecnologias multimídia, temos condições de explorar o poder incontestável das imagens visuais e outras fontes de informação não visuais. Igualmente atraentes para a tecnologia multimídia é o poder da interatividade, um conceito derivado do hipertexto. Através dos tempos, a informação tem sido apresentada e absorvida de maneira linear. A multimídia interativa traz uma liberdade incrível para explorar a área de interesse por meio de conexões rápidas a tópicos relacionados (CHEN, 1999, p. 42).

5 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E SISTEMAS CAD

5.1 INFORMAÇÃO E TECNOLOGIA

5.1.1 Elementos e aplicação da tecnologia

A TI dos sistemas abrange elementos de hardware, software e redes. Hardware é a parte física dos sistemas computacionais. Abrange componentes de entrada, saída, armazenamento, comunicação e tratamento de dados. **Software** é um conjunto de instruções que definem um programa que comanda as operações do hardware. **Redes** são dispositivos que possibilitam a comunicação do computador com outros dispositivos que estejam afastados do corpo central da máquina (WETHERBE, 1987).

Freitas (1993), afirma que a aplicação da TI é ampla e, atualmente, alguns campos se tornam inviáveis sem ela. São muitas as vantagens advindas do uso da TI. Contudo, é importante reforçar que a TI não consiste apenas no uso de microcomputadores (WETHERBE, 1987). Segundo Aouad et al. (1998 apud BRITO, 2001, p. 25), as TI podem ser classificadas em:

- a) simulação: por exemplo avaliação econômica, análises do tipo “se-então”;
- b) comunicação: internet, EDI;
- c) sistemas de desenho auxiliado por computador: CAD / CAE / CAM;
- d) integração: banco de dados integrados;
- e) visualização: 3D, realidade virtual;
- f) inteligência artificial.

Martínez (1998) afirma que o arquiteto, por sua experiência profissional e conhecimentos já solidificados, pode usufruir mais da tecnologia e utilizá-la de forma adequada que o estudante de arquitetura. Este pode sentir-se atraído pelas possibilidades compositivas de volumetrias nunca vistas, deixando de lado a teorização e conceituação envolvidas para a realização da obra arquitetônica.

A influência da tecnologia na sociedade moderna é bastante intensa, principalmente no que se refere à TI (FREITAS et al., 1997, p.28). Apesar disto e das inúmeras possibilidades geradas pelo uso da tecnologia no exercício da arquitetura, alguns profissionais possuem restrições quanto ao seu uso e afirmam que a máquina inibe a criatividade (MENDES, 1999) O autor, aponta que para muitos executivos de empresas brasileiras, a TI continua sendo uma caixa preta em função do incorreto uso da informática, focando-se no auxílio a atividades burocráticas.

5.1.2 Sistemas de informação e sociedade da informação

O final do século XX, representou para as sociedades do mundo inteiro período de plena evolução. Em diferentes países, a informação desempenha um papel crescente na vida econômica, social, cultural e política. Os sistemas de informação (SI) têm um alcance mundial, ou ao menos internacional: os sistemas de difusão por satélite não conhecem fronteiras nacionais, as redes de telecomunicações ligam entre si países e continentes. A Internet é um exemplo por excelência de um sistema mundial. Moore (1999) afirma que vive-se em uma sociedade da informação e define: “uma sociedade da informação é uma sociedade na qual a informação é utilizada intensamente como elemento da vida econômica, social, cultural e política”.

A informática precisa ser um instrumento estratégico para a adaptação e a inovação. Esses recursos não terão sucesso a não ser que o usuário sinta realmente que há um valor ou um retorno naquele sistema ou instrumento que ele deverá manipular em suas atividades. Primeiro vem o recurso humano que definirá as necessidades e, em função destas, poderá indicar os softwares necessários, assim como os recursos de máquina (FREITAS, 1993, p.48). Concordando com isto, Moore (1999) afirma que há um reconhecimento crescente de que a tecnologia por si só raramente é a resposta. Uma boa gestão da informação exige que o

pessoal compreenda o que é a informação, como pode ser obtida, tratada e empregada para tal ou qual fim. Usa-se a informação como consumidores de bens e serviços, oferecidos tanto pelo setor privado quanto pelo público e, igualmente, como cidadãos. Neste caso, é utilizada para exercer direitos e responsabilidades.

5.1.3 Evolução da técnica à tecnologia

É na transformação de uma extensão imediata do homem em escala individual para seus desdobramentos distantes e em escala coletiva que se dá o primeiro passo da evolução da técnica à tecnologia. A técnica é um modo de fazer, uma operação mental, que possibilita a interação entre o homem e sua obra. Se dá através de instrumentos que estendem e adaptam as habilidades manuais à matéria com que se vai trabalhar. Há, na mudança da técnica à tecnologia, dois pontos que serão chaves ao desenvolvimento de todas as outras obras e da cultura humana a partir de então (Duarte, 1999, p. 14):

- a) a figura do projetista: aquela pessoa com conhecimento dos processos artesanais e da mecânica maquinica, que transfere os movimentos feitos pelos artesãos às bielas, cabos e alavancas das máquinas;
- b) a autonomia da tecnologia em relação ao artesão e ao produto.

Como vimos em Negroponte (1995, p.50), desde o final dos anos 60 discute-se sobre as vantagens e desvantagens da informatização dos escritórios de arquitetura. No final da década de 70, com o advento dos microcomputadores e o aparecimento dos primeiros softwares de edição gráfica, a tendência da informatização tomou forma, ganhando força nos anos 80, principalmente nos EUA, país que evoluiu na performance dos equipamentos e programas. No Brasil, este quadro ganhou contornos definidos a partir da década de 90, quando as empresas e profissionais autônomos, pressionados por um mercado cada vez mais competitivo e pelos efeitos da globalização, viram-se obrigados a uma revisão e conseqüente adaptação do processo de elaboração e desenvolvimento dos projetos, informatizando-os (FONSECA, 1998, p. 82).

A última década do século XX foi marcada por mudanças tecnológicas incessantes. Assistiu-se ao surgimento dos computadores pessoais, das redes mundiais de transmissão, do disco ótico e outros meios de armazenamento em massa, da tecnologia de vídeo interativo, das técnicas de tratamento de imagens, das técnicas de digitalização com uso de *scanners*, das tecnologias de computação gráfica. Tudo leva a crer que esta evolução vai continuar em um ritmo cada vez mais veloz. O mundo está se tornando digital, e não há retorno à vista (CHEN, 1999)

5.2 SISTEMAS CAD E SUA HISTÓRIA

5.2.1 Início e avanços da computação gráfica

Em geral, considera-se que foi Alan Turning o primeiro a propor máquinas inteligentes a sério, num artigo de 1950, intitulado “O computador e a inteligência” (NEGROPONTE, 1995, p.150). O desenho de interfaces para computadores começou em março de 1960, quando L. C. R. Licklider publicou seu artigo **A simbiose homem-computador**. Em meados da década de 1970 ele redigiu um apêndice para o relatório da Comissão Carnegie sobre o futuro da televisão, onde cunhou o termo *narrowcasting*: transmissão de programas para grupos específicos. Ambas contribuições estavam fadadas a convergir na década de 1990 (NEGROPONTE, 1995, p.94).

No início, a computação gráfica demandava dedicação total da máquina na produção da imagem. A computação gráfica nasceu como um meio para desenhar linhas que demandavam grande poder de processamento, pois controlava diretamente o feixe do tubo de raios catódicos. Somente dez anos depois é que a computação gráfica passou de linhas às formas e imagens (NEGROPONTE, 1995, p.95).

Na década de 70, foram desenvolvidos alguns trabalhos que objetivavam interligar o projeto arquitetônico com os demais. A tecnologia da inteligência artificial, incluindo aplicações para construção, foi alvo de estudos na década de 80 (FENVES, 1996 apud SCHMITT, 1998). De todas estas tentativas, muito pouco enraizou-se no sub-setor de edificações. Nos últimos anos,

a TI tem avançado a passos acelerados e afeta todos os componentes da nossa sociedade (TAN, 1996 apud SCHMITT, 1998, p.35).

Os sistemas de CAD são os mais usados na representação e apresentação de projetos arquitetônicos. Os sistemas CAD / CAM permitem a modelagem em três dimensões, facilitando assim a integração entre sistemas, componentes e elementos e a rápida produção de protótipos virtuais (SYAN, 1994 apud BRITO, 2001, p. 25). Apesar dos avanços dos sistemas CAD, estes programas ainda são sub utilizados no processo projetual arquitetônico. De acordo com Schmitt e Hinks (1998), o projeto arquitetônico pode ser considerado a mola propulsora para a aplicação do CAD pelos profissionais com outras especialidades, por ser o documento que possibilita o desenvolvimento dos demais. Portanto, a forma como é utilizado por arquitetos influencia os demais projetistas.

5.2.2 Primitivas e comandos dos sistemas CAD

Os sistemas CAD são geralmente providos de comandos de (BALDAM, 1998, apud BRITO, 2001, p. 33):

- a) visualização: *zooms*;
- b) criação de objetos: linhas, círculos, arcos, retângulo, poligonais, hachuras, textos, etc.;
- c) modificação de objetos: deletar, copiar, espelhar, rotacionar, movimentar, cortar, estender, chanfrar, etc.;
- d) dimensionamentos: lineares, horizontais, verticais, ângulos, etc.;
- e) informações do desenho: área, perímetro, distâncias, etc.;
- f) plotagem: impressão;
- g) criação e utilização de blocos e símbolos;
- h) criação e modificação de propriedades de objetos: linhas *layers*, cores, etc.

Paiva e Pinto (1993) apresentam que o CAD, o desenho técnico, é para fazer os documentos que vão para a obra. É um meio de comunicação entre os arquitetos e quem vai construir. Já para o desenho estético, a apresentação de projetos, obtêm-se melhores resultados com outra família de softwares ou ainda utilizando recursos manuais. É muito interessante apresentar um projeto de arquitetura para um cliente (que eventualmente tem dificuldade de entendimento em plantas, cortes e fachadas) através de coloridas perspectivas e/ou maquetes (sejam elas eletrônicas ou não).

5.2.3 Computação gráfica interativa

Negroponte (1995, p.102) apresenta que a tese de doutorado de Ivan Sutherland (Massachusetts Institute of Technology, EUA, em 1963) desencadeou no mundo a idéia da computação gráfica interativa. O programa era um sistema para desenho de linhas em tempo real que permitia ao usuário interagir com a tela do computador por intermédio de uma **caneta ótica**. O feito foi de tal magnitude e extensão que alguns levaram uma década para compreender e avaliar todas as suas contribuições. O *sketchpad* (bloco de desenho) introduziu muitos conceitos novos, como por exemplo:

- a) gráficos dinâmicos;
- b) simulação visual;
- c) resolução restrita;
- d) rastreamento de caneta;
- e) sistema de coordenadas praticamente infinito.

Ao longo dos dez anos seguintes, muitos pesquisadores aparentemente perderam o interesse pelo tempo real e a interatividade na computação gráfica. Versões recentes de programas CAD, como o AutoCAD, da Autodesk, por exemplo, já incluem ferramentas para discussão e manipulação de imagens e desenhos via Internet, confirmando a tendência de mercado para uma maior interação entre clientes e profissionais, com deslocamentos e perdas de tempo cada vez menores (AUTODESK, s.d.).

5.3 HARDWARE E SOFTWARE

5.3.1 Panorama geral

Segundo Sanzi (2001), estatísticas demonstram que a produtividade do hardware cresce exponencialmente: máquinas cada vez menores, mais potentes e com custo decrescente. Por outro lado, a produtividade dos software tem aumentado linearmente: na média não tem uma interface amigável e tem custo elevado. Enquanto isso, a velocidade com que as pessoas aprendem e aplicam essas novas tecnologias, aumenta muito lentamente (figura 24).

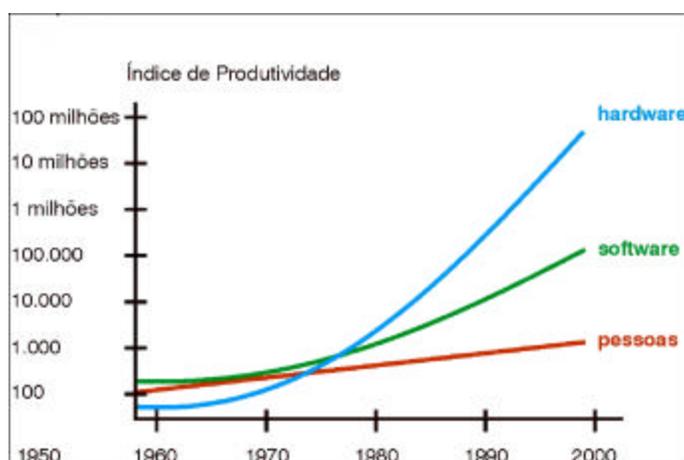


Figura 24: índice de produtividade frente aos avanços tecnológicos de hardware e software e sua aplicação pelas pessoas (SANZI, 2001)

5.3.2 Equipamentos

5.3.2.1 Plataformas de trabalho

Está cada vez mais fácil dialogar com os computadores. No campo da arquitetura, a proliferação dos softwares CAD e a tendência para os programas de desenho orientados à

objetos, cresce a necessidade de adequação dos escritórios às novas ferramentas cada vez mais específicas para o antigo profissional da prancheta. Tão específicas que chegam a gerar dúvidas sobre qual a melhor plataforma para o dia-a-dia do arquiteto. Para garantir-se ganhos de desempenho e produtividade proporcionados ao trabalho do arquiteto pelos computadores, deve-se buscar a tecnologia mais adequada à organização, adotando-se a plataforma de trabalho mais conveniente (MENDES, 1999).

No momento da decisão da tecnologia a adotar, deve-se analisar as vantagens e desvantagens de cada plataforma, que no campo da arquitetura divide-se entre PC (abreviatura de *Personal Computer* da Microsoft) e Mac (abreviatura de Macintosh). Dados de pesquisa realizada pela Empresa Processamento de Dados do Estado de São Paulo (1999, apud Mendes, 1999):

a) PC,

- líder do mercado, mais conectável aos computadores dos clientes;
- é fácil encontrar assistência técnica;
- maior liberdade de escolha para a configuração;
- além dos programas de desenho, pode-se operar softwares de apoio administrativo;
- pode receber placas adicionais, melhorando a configuração básica;

b) Mac,

- processa mais rapidamente as informações, tem mais memória e maior definição;
- é a plataforma mais tradicional para a área de artes visuais;
- assistência técnica fácil em grandes cidades;
- não dispõe de uma série de programas, como os softwares administrativos;
- maior qualidade para imagens de pôster;
- por ser um sistema fechado, as mudanças de configurações são limitadas.

5.3.2.2 Dispositivos e interfaces

Muitos arquitetos já reconhecem que o computador tem grandes vantagens sobre as pranchetas na produtividade, na realização e na composição de formas geométricas. Por exemplo, Negroponte (1995, p. 127) descreve as mesas digitalizadoras.

As mesas digitalizadoras, que são uma superfície plana sobre a qual se escreve ou desenha com o auxílio de um dispositivo semelhante a uma caneta esferográfica, a caneta ótica, são bastante confortáveis para o desenho (NEGROPONTE, 1995, p.127).

Para aplicações de desenho e pintura, assim como os editores de fotografia e os CAD, onde o operador está acostumado a traços criados a mão livre ou seleções completas e detalhadas. Uma entrada de dados que trabalhasse com um lápis ou um pincel seria preferível ao mouse e o teclado. Uma mesa é basicamente uma base plana de tamanho variável conectada ao computador por meio de um cabo. Sobre a base plana se desenha com um lápis de plástico. O conjunto só funciona com o lápis previsto pelo fabricante (figura 25) (TABLET, s.d.).

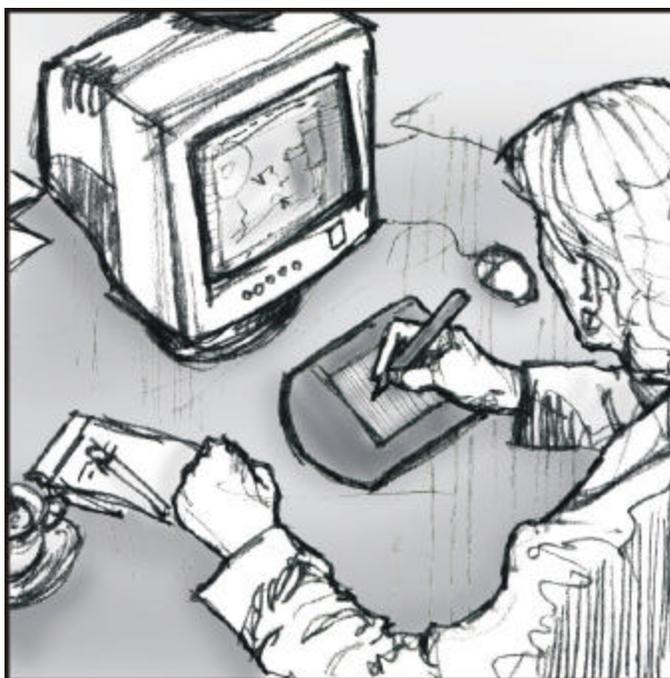


Figura 25: mesa digitalizadora, dispositivo para o processo projetual arquitetônico

Outro equipamento disponível no mercado, mas com custo bastante elevado, é *D-Board* (figura 26), oferecido pelo fabricante como sendo “a volta ao lápis”. Este equipamento substitui o monitor e o mouse do computador. Pode-se desenhar sobre o *D-Board* como se estivesse sendo utilizado um lápis sobre o papel, incluindo a sensibilidade a pressão. Com o *D-Board* pode-se desenhar e projetar com um lápis, diretamente sobre o monitor. A superfície de trabalho é completamente plana, por isso a sensação de usar este equipamento é muito similar a de desenhar sobre papel. As idéias podem gerar diretamente um croqui digital,

oferecendo possibilidades ilimitadas. Pode modificar facilmente todas as propriedades de pena: tipo, cor, espessura e de papel sobre o qual se desenha: fino, rugoso, etc. Como num lápis real, a extremidade superior funciona como uma borracha. O *D-Board* oferece uma completa gama de ferramentas, para desenhar e projetar que podem ser selecionadas usando ícones. Trabalhar diretamente com o lápis em CAD, libera de inúmeras seleções e uso do mouse. Simplesmente tocando um objeto pode modificar todos os parâmetros que aparecem automaticamente. O conjunto de ferramentas inteligentes de CAD agregadas ao *D-Board* são (NEMETSCHKE, s.d.):

- a) divisão de objetos;
- b) demarcação associativa;
- c) manipuladores de objetos;
- d) categorias de projetos;
- e) ajuda visual na construção;
- f) níveis hierárquicos.

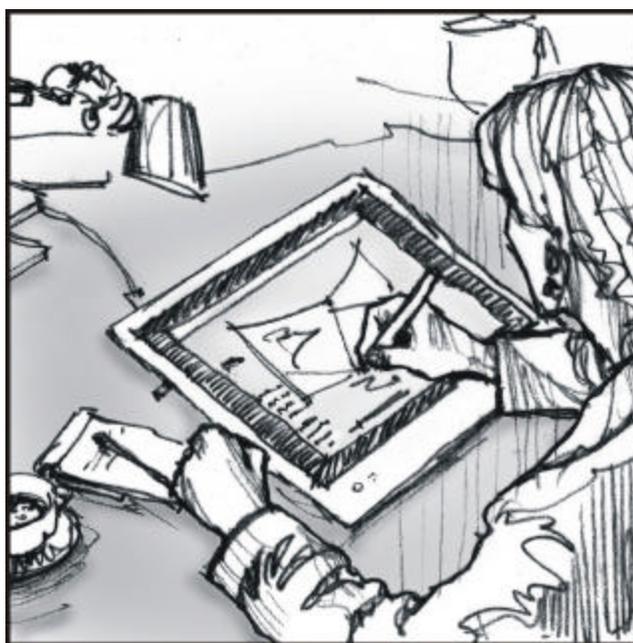


Figura 26: *D-board*, dispositivo para o processo projetual arquitetônico

Além disto, possui uma biblioteca de símbolos polivalente, com símbolos disponíveis em diversos formatos: mão livre, técnico, entre outros, e a compatibilização com inúmeros formatos de arquivos. O *D-Board* substitui totalmente os monitores tradicionais.

5.3.3 Programas

5.3.3.1 Adequação da escolha

Para Sanzi, (2001, p. 8) é preciso entender que a tecnologia da informação não pode orientar e sim servir, pois é apenas uma ferramenta que executa de forma veloz e precisa tarefas previamente programadas, processando dados fornecidos por aqueles que a operam. Portanto, para não subtilizar essa tecnologia, é preciso estabelecer a serviço do que ela vai estar. Por exemplo, para um software de CAD:

- a) é mito que criará estados estéticos;
- b) pode ser um investimento muito alto para ser utilizado apenas para desenhar;
- c) dependendo de como os dados são fornecidos e organizados dentro dele, pode servir para auxiliar na tomada de decisão do projeto, podendo aumentar a competitividade deste profissional;
- d) pode viabilizar uma idéia, como por exemplo nas obras do arquiteto Frank Gehry, do uso da tecnologia CATIA, (*Computer Aided Three-dimensional Interactive Application – Dessalt Systemes – França*) onde o modelo eletrônico era tão completo que os projetos em papel se tornaram irrelevantes.

Segundo este autor, para otimizar o uso da tecnologia, o seu tempo e o seu investimento, estabeleça os seus objetivos, planeje estrategicamente e invista na tecnologia e no treinamento adequados aos propósitos desse planejamento.

5.3.3.2 Características e interfaces

Fabricantes buscam proporcionar maior adequação aos softwares para projetos. Alguns programas além dos menus comuns, buscam três novos menus, pois os fabricantes entenderam a necessidade de o programa de adaptar às diferentes etapas do processo e contém ferramentas para cada fase do projeto (Novitski, 1999):

- a) conceito;
- b) desenho;
- c) documentação.

O menu **conceito** lista funções que dão apoio à criação de maquetes de volume. Salvando diferentes combinações volumétricas, o projetista pode comparar e contrastar uma variedade de planos e esboços e sistemas. Os modelos gerados esclarecem o espaço tridimensional, proporções, intenções de projeto e o alcance/ escopo do projeto. São usados para comunicar idéias uns aos outros e para clientes e consultores (Novitski, 1999).

O menu **desenho** é aquele no qual os objetos personalizados do menu desenho fornecem as ferramentas para produção e colocação nos modelos / maquetes de paredes, portas, janelas, telhados, escadas e outros elementos de projeto (Novitski, 1999).

Por sua vez, o menu **documentação** ajuda a anotar representações 2D do modelo. Alguns símbolos são inteligentes. Pode-se exemplificar que cada etiqueta de identificação de uma porta é associada a uma porta particular. As atualizações são feitas automaticamente sem a edição manual. Esta característica não apenas acelera o desenho de produção, mas também garante exatidão (Novitski, 1999).

O CAD torna desenhistas e projetistas mais produtivos. O uso de um sistema CAD reduz as tarefas frustrantes e repetitivas de desenho e esboços que devem ser cumprir ao longo de um projeto. As ferramentas CAD permitem reproduzir automaticamente partes idênticas de um projeto, em lugar de desenhá-las inúmeras vezes. Pode-se com facilidade fazer as revisões de desenhos (ROCHA, 1998).

5.4 REALIDADE VIRTUAL

5.4.1 Início e avanços, aplicações e equipamentos

O início da realidade virtual remonta a 1968, quando Ivan Sutherland construiu o primeiro sistema de visores para ser usado sobre a cabeça (Negroponte, 1995, p. 116). O termo **realidade virtual** (RV) foi utilizado inicialmente por Lanier (1989 apud FARAGGI, 1999). A partir daí este termo tem sido utilizado para uma larga escala de situações em que a simulação da realidade no computador ou a criação de uma realidade específica permitem que o usuário interaja no ambiente. A RV permite uma série de aplicações, tanto na sua forma imersiva como na não-imersiva. Na forma não-imersiva, amplamente utilizada para jogos e manipulação de maquetes eletrônicas via-internet, existe a grande vantagem do baixo custo do equipamento e da facilidade de acesso em qualquer tipo de computador. Para utilizar este tipo de RV basta ter uma máquina de médio porte e monitor, teclado e mouse para a entrada de dados. Mas é na sua forma imersiva ou semi-imersiva que conseguimos uma amplitude de aplicações muito maior. Utilizando os capacetes de realidade virtual (*head mounted displays* - HDM), luvas (*data gloves*), BOOM (*binocular omni-orientation monitor*) ou CAVE's (*cave automated virtual environment*), dentre outros equipamentos de imersão, se tem uma integração do usuário com o ambiente virtual, criando aplicações cuja intensidade de sensibilidade faz com que o usuário experimente na totalidade o ambiente virtual. Incluem-se neste aspecto fatores sensoriais de calor, frio, toque e deslocamento (GRILO et al., 2001).

A RV nos permite vivenciar uma situação com o próprio corpo. A idéia da realidade virtual é proporcionar a sensação do **estar lá** oferecendo pelo menos ao olho o que ele teria visto se estivesse lá e, mais importante do que isso, fazendo com que a imagem mude instantaneamente de acordo com o ponto de vista. Uma das mais importantes é a perspectiva, poderosa sobretudo por sua forma binocular, em que cada olho vê uma imagem diferente. Negroponte (1995) ainda descreve a indumentária típica da realidade virtual (figura 27): é um capacete com visores semelhantes a óculos de proteção, um para cada olho. Conforme a cabeça é movimentada, as imagens são, em princípio, atualizadas com tamanha rapidez que parece ao usuário que ele está produzindo essas mudanças pelo movimento da sua cabeça, mas na verdade é o computador que está seguindo seu movimento.



Figura 27: indumentária típica da realidade virtual

O usuário passa a se sentir a causa e não o efeito. A medida de quão real essa experiência visual pode parecer resulta da combinação de dois fatores:

- a) qualidade da imagem;
- b) tempo de resposta.

A qualidade da imagem depende do número de linhas exibidas e a textura entre elas. O tempo de resposta corresponde a velocidade com que as cenas são atualizadas. Ambas essas variáveis exigem bastante poder de processamento e, até pouco tempo, estavam além das possibilidades da maioria dos criadores de produtos.

As aplicações em RV para educação baseiam-se na criação de ambientes virtuais que devido à sua similaridade com o real possibilitam a exploração, a descoberta e a observação do problema ou objeto de estudo, auxiliando diretamente na construção de modelos mentais de conhecimento. Muitas vantagens são atribuídas ao uso de ambientes virtuais em educação (PANTELIDIS, 1995 apud GRILO et al., 2001):

- a) amplia a motivação do estudante;
- b) possibilita ilustrar mais precisamente algumas características, processos, etc.;
- c) permite a observação do objeto ou ambiente virtual de pequenas ou grandes distâncias;
- d) fornece a oportunidade para melhor compreensão do objeto de estudo;
- e) permite que o aluno proceda através da experiência no seu próprio ritmo;
- f) não restringe o prosseguimento das experiências ao período de aula regular;
- g) oferece a possibilidade de aprendizado de novas tecnologias;
- h) requer interação, ou seja, encoraja a participação ativa em vez de passiva.

A RV pode revolucionar o processo de projeto, não apenas pelo potencial valor como ferramenta de apresentação e visualização, mas pelo avanço na concepção do projeto, proporcionado por uma interface mais intuitiva e interativa do que correntemente disponível no CAD. Mc Millan (1994 apud GRILO et al., 2001) presume que o uso da RV terá um sutil, mas profundo, efeito na forma como os arquitetos percebem o mundo e suas referências, afetando igualmente o processo de projeto (GRILO et al., 2001)

Existe, também, a chamada *Virtual Reality Modeling Language* (VRML) é uma técnica utilizada para representar objetos e cenas interativas em 3 dimensões. Uma das aplicações mais bem sucedidas de VRML até agora tem sido na arquitetura (CRONIN; McKIM, 1999, p. 68).

5.4.2 Apresentação de projetos: cinematografia, renderização e fotorrealismo

Zevi (1992, p. 30) escreve sobre o problema da representação do espaço. Para o autor, não se tem até agora a definição exata da consistência e do caráter do espaço arquitetônico: faltou a exigência de representá-lo e difundi-lo. O método de representação dos edifícios que são encontrados na maioria das histórias de arte e da arquitetura serve-se de:

- a) plantas;
- b) elevações e cortes ou seções;
- c) fotografias.

Como já foi afirmado neste trabalho, isoladamente ou no seu conjunto estes instrumentos são incapazes de representar completamente os espaço arquitetônico.

A descoberta da cinematografia é altamente importante para a representação dos espaços arquitetônicos porque, se bem aplicada, resolve praticamente todos os problemas colocados pela quarta dimensão. Se um edifício for percorrido com uma filmadora e, em seguida, o filme for projetado, revive-se os passos e uma grande quantidade de experiência espacial que os acompanhou. A cinematografia está entrando na didática, e é preciso ter em mente que, quando a história da arquitetura for ensinada mais com o cinema do que com os livros, a tarefa da educação espacial das massas será amplamente facilitada (ZEVI, 1992, p. 50).

Nos últimos anos foram desenvolvidas novas alternativas conceituais e operativas na forma de utilização dos sistemas CAD em geral, dos sistemas de visualização, dos sistemas de tratamento de imagens e sistemas de vídeo animação digital em relação aos processos projetuais de arquitetura e de *design* (MONTAGÚ, 2001).

A computação gráfica tem desempenhado um papel de revolução no instrumental de representação do projeto. No entanto, os novos caminhos ainda estão sendo subutilizados e grandes mudanças hão de vir a partir da popularização e diminuição de custos de novas tecnologias. Por exemplo, o uso da RV e de compartilhamento de informações via Internet. A arquitetura exige, para o seu entendimento, aquilo que se costuma definir como **vivência espacial**. Para entender como os diferentes estilos arquitetônicos divergem entre si, não basta simplesmente olhar a representação bidimensional do edifício. As luzes, integrações entre os espaços, relações e sensações entre diferentes proporções de vãos, pé-direito, materiais e distribuição de mobiliário alteram completamente a ambientação do edifício (GRILO et al., 2001).

Diversos softwares disponíveis permitem realizar apresentações de projetos com qualidade fotorrealística, com texturas, reflexão, refração, brilho, transparências, luz solar e iluminação artificial. RV em tempo real e a geração de arquivos VRML que permitem recorrer o projeto

com um navegador de Internet. Geração de vídeos. Importação e exportação de imagens, texturas (GRILO et al., 2001).

5.4.3 Apreensão de espaços: animações, modelagem e simulações

Ainda sobre representação dos projetos através dos recursos computacionais, são encontrados *software* nos quais é possível criar um modelo 3D de seu projeto e automaticamente criar desenhos de trabalho 2D a partir do mesmo modelo. As ferramentas de modelagem tridimensional, permitem que sejam concebidos seus desenhos no espaço tridimensional, janelas de visualização múltipla e ferramentas dinâmicas de visualização permitem que se observe o desenho a partir de ângulos muito diferentes de uma só vez. Isso torna mais fácil explorar o desenho 3D como um objeto verdadeiramente 3D e não apenas como uma projeção gráfica (AUTODESK, s.d.).

É hoje um tanto comum, mesmo em bancas de revistas, encontrar publicações a respeito de **arquitetura virtual**. Normalmente, são produtos realizados em software de auxílio ao desenho e, posteriormente, texturizados e animados em outros software. Esse instrumental tem grande valia nos escritórios de arquitetura por vários motivos. Pode-se citar, por exemplo, a otimização dos serviços, pois a partir de um único desenho completo e simulado no computador é possível reproduzir plantas, cortes e fachadas necessárias em quaisquer escalas desejadas. Há, também, o valor comercial da simulação, possibilitando, por exemplo, a experimentação das cores e materiais a serem utilizados no edifício. Contudo, uma ferramenta que agora vem sendo explorada pelos profissionais da área é a própria simulação: construindo um edifício simulado no computador, é possível sintetizar uma série de imagens e mesmo fazer animações por percursos que serão importantes na apreensão do objeto arquitetônico quando da sua realização. Dessa maneira, é importante considerar os trabalhos de simulação de arquitetura como fundamentais às experiências prévias de projetos; contudo, é talvez mais importante estar atento para o fato de que a maioria dos trabalhos que vem sendo feitos traz alguns inconvenientes (DUARTE, 1999, p. 157).

Esses trabalhos mostram vistas e perspectivas dos edifícios exatamente do mesmo ponto que até alguns anos atrás, ou mesmo hoje, eram feitos pelos desenhistas, diferenciando-se apenas pelo suporte ser outro, mais veloz, com mais cores, etc. Isto pode ser útil no dia-a-dia de um

escritório pequeno, mas é hora de se discutir mais profundamente entre os arquitetos as possibilidades diferenciadoras que essa tecnologia trás. O computador abole todas as referências reais e, sobretudo, canônicas da arquitetura até então: no universo digital não há horizonte ou gravidade, não há materialidade concreta, não há elementos sólidos intransponíveis, não há tempo cronológico e não há noção apriorística de escalas, determinando pontos de vista. (DUARTE, 1999, p. 158)

5.4.4 Implicações, potencialidades e limitações

Hoje, porém, a RV tem defeitos e falhas técnicas que precisam ser corrigidas para que a experiência venha a ter um apelo mais amplo. A RV de baixo custo, por exemplo, encontra-se infestada de recursos gráficos precários. A RV ainda não é rápida o suficiente. Todos os sistemas comerciais apresentam algum retardamento. Conforme mexemos a cabeça, a imagem muda rapidamente, mas não com a rapidez suficiente, se atrasa (NEGROPONTE, 1995, p. 116-117).

Apesar das atuais limitações no que se refere a *hardware* e *software* e da reduzida penetração da RV, inclusive devido ao seu custo restritivo, vislumbra-se que o avanço tecnológico e sua popularização possibilitarão economias de escala e, subseqüentemente, a difusão no meio técnico como uma ferramenta poderosa para suporte do processo projetual (GRILO et al., 2000).

As principais implicações da RV na Arquitetura e na sociedade em geral podem ser descritas na relação entre os aspectos apresentados a seguir (McMILLAN, 1994, apud GRILO et al., 2001):

- a) confiabilidade;
- b) criação de mundos virtuais;
- c) desenho urbano;
- d) ambiente construído;
- e) processo de projeto e a prática da Arquitetura;

f) educação em Arquitetura.

Aplicações potenciais da RV na arquitetura incluem, por exemplo (GRILO et al., 2001):

a) marketing utilizando dispositivos interativos e adaptativos para,

- demonstrar o uso dos diferentes acabamentos de um edifício;
- comunicação com a eliminação de barreiras, como linguagem e distância, ente projetistas e clientes ou entre projetistas;
- educação de projetistas;

b) simulação para,

- estudos de iluminação natural e artificial;
- avaliação de desempenho térmico e acústico de edifícios e sistemas construtivos;

c) desenho e modelagem para,

- avaliação de soluções de projeto;
- incorporação de informações técnicas durante os estudos preliminares, permitindo avaliar as soluções segundo diferentes aspectos;
- modelagem de edifícios ou espaços antigos com interesse histórico ou comercial.

5.5 INTERNET

5.5.1 Reduzindo distâncias com a World Wide Web

A *World Wide Web* (web ou www) é, indiscutivelmente, o serviço mais importante da Internet, cujos conceitos são baseados no hipertexto e hiperímia. A informação disponível na *web* é fornecida em forma de páginas hiperímia, que como as páginas de uma revista, combinam texto e ilustrações e contêm ainda *links* por autor, que o leitor pode utilizar para ter acesso a outros documentos. O usuário visualiza estas páginas com a ajuda de programas de navegação (*browsers*). Estes programas utilizam *Hypertext Transport Protocol* (http) para ter acesso aos servidores Web (CRONIN; McKIM, 1999, p. 67).

Na *web*, a informação é apresentada em formato HTML: linguagem de estrutura hipertextual. A HTML permite integrar, em um mesmo documento baseado em *web*, texto, imagem, som, vídeo e *links* de hipertextos, bem como documentos formatados. A maioria das inovações no âmbito dos serviços da Internet está dentro da *web* e de HTML, que demonstraram qualidades notáveis quanto às possibilidades de ampliação e flexibilidade (CRONIN; McKIM, 1999, p. 68).

Em pesquisa realizada por Alvarenga (1999, p. 84), constatou-se que apenas uma fração dos escritórios de arquitetura tem conta num provedor de acesso e, uma fração menor ainda, tem utilizado a Internet, corriqueiramente, como auxiliar a suas atividades profissionais. Para o autor, a Internet deveria ser incluída no dia a dia profissional, a fim de explorar as suas potencialidades. Além disso, todos os lançamentos importantes ao dia-a-dia profissional estão presentes na Internet. Dos fornecedores de materiais de construção às alterações na Legislação Urbanística.

5.5.2 Intranet e correio eletrônico

Muitos negociantes, reconhecendo que as tecnologias da Internet são sólidas, fáceis de usar, bem testadas e flexíveis, começaram a usá-las não somente na construção de presenças de público com base na *web*, mas também na criação de redes de informação internas associadas. Tais redes internas, freqüentemente chamadas de **intranets**, são uma intenção natural da Internet, que tem sido usada desde seu início para facilitar a discussão e disseminação da informação (CRONIN; McKIM, 1999, p. 71).

É na troca de informações entre os profissionais que a Internet se faz mais útil ao arquiteto. A troca de mensagens e o envio de arquivos anexados pelo correio eletrônico agiliza a troca de informações e reduz deslocamentos. Listas de discussão possibilitam contatos entre profissionais e estudantes sobre algum tema específico (ALVARENGA, 1999, p. 84).

5.5.3 Extranet e projeto colaborativo

Extranet ou *project web* pode ser definida, de forma genérica, como uma rede de computadores que usa a tecnologia da Internet para conectar empresas com seus fornecedores, clientes e outras empresas que compartilham objetivos comuns. A Extranet de projeto está conectada a um sistema gerenciador de banco de dados cuja finalidade é armazenar e gerenciar toda a informação a ser processada durante a execução do empreendimento (SIMAS; GUERREIRO, 2001).

Segundo defensores desta tecnologia (DOHERTY, 1999 apud SIMAS; GUERREIRO, 2001), as principais vantagens apresentadas por provedores e adeptos da utilização de extranet são:

- a) diminuição nos erros de comunicação entre os membros do projeto;
- b) ter os projetos sempre atualizados;
- c) redução nos custos com messageiros, cópias e correio;
- d) a criação de um repositório central de documentos do empreendimento;
- e) acesso controlado e customizado para cada usuário;
- f) a segurança e privacidade para a troca de dados;
- g) ter um histórico do empreendimento.

De acordo com experiências já vivenciadas podemos citar as seguintes queixas dos usuários (SOIBELMAN, 2001 apud SIMAS; GUERREIRO, 2001):

- a) falta de adequação do fluxo de informação ao fluxo do processo organizacional, o que cria gargalos nestes processos;
- b) acúmulo excessivo de informação desnecessária pela falta de conhecimento e adoção de critérios para se avaliar a qualidade da informação;

- c) dificuldade de acesso a informação devido à grande variedade de tipos de dados existentes;
- e) dificuldade de entender certas informações gerando a necessidade de esclarecimentos adicionais, o que provoca novos pedidos de informação, gerando novos fluxos de informação que congestionam o sistema;
- f) tempo excessivo de espera por respostas devido à falta de mecanismos de monitoramento dos fluxos de informação.

A extranet não é a solução para o gerenciamento de projetos, mas sim uma ferramenta de trabalho poderosa, que permite visualizar o que está acontecendo no projeto (SIMAS; GUERREIRO, 2001).

5.6 NOVOS CAMPOS DE ATUAÇÃO DO ARQUITETO

5.6.1 Mudanças no campo da arquitetura

Quando os computadores chegaram aos escritórios no final dos anos 70, muitos arquitetos previram que os sistemas de desenho auxiliados por computador mudariam a natureza da prática. Melhores projetos, menos papel e despesas gerais mais baixas eram comumente prognosticadas. Empresas realmente se beneficiaram, mas de diferentes maneiras: em comunicações melhoradas, coordenação e eficiência. Estes melhoramentos podem ou não auxiliar no esforço de projeto, mas não reduziram despesas gerais ou consumo de papel (NOVITSKY, 1998). O professor Woodbury, em entrevista a Novitsky (1998), afirma: “Para melhor, ou para pior, a computação está mudando o campo da arquitetura e continuará assim”.

A era digital traz mudanças à dinâmica urbana e envolve pensadores / arquitetos em análises e propostas para as cidades contemporâneas. Sua reflexão é importante em nossa sociedade controlada pela mídia na qual diversos setores vêm direcionando suas atenções para a experimentação e relações com as novas tecnologias de informação e buscando seus encaminhamentos (DUARTE, 1999, p. 13).

As tecnologias digitais possibilitam a construção, divulgação e experimentação de ambientes em redes de informações. O computador potencializou e foi potencializado pelas linhas telefônicas. Essa habilidade incessante e multidirecional de informações será a fonte e força motriz das (so)ci(e)dades contemporâneas. Ligado e construído em redes digitais, os universos virtuais potencializam uma vivência social e interativa de ambientes além das restrições espaciais newtonianas (DUARTE, 1999, p. 162).

É claro que a profissão deve suportar mudanças profundas para sobreviver e prosperar. O que deve-se fazer é aprender a usar ferramentas disponíveis agora, de modo que se possa aprender as ferramentas das futuras gerações. Acima de tudo, que não aprendam a automatizar o desenho para serem arquitetos, mas que aprendam a construir edifícios virtuais (MUÑOZ, 2001).

5.6.2 Edificação virtual e edificação real

Muñoz (2001) apresenta um novo campo de atuação profissional em função da presença da TI. O arquiteto seria o criador e o administrador de um **edifício real** e é capaz de predizer seu comportamento antes de ser construído e ao longo de seu ciclo vital. O arquiteto seria o criador do edifício virtual, o modelo eletrônico com todos os seus detalhes e especificações, e sua lista de responsabilidades não deveria terminar quando a municipalidade entrega a vistoria final da obra. O arquiteto poderia continuar com sua criação e assumir um papel central na sua manutenção e evolução por muito tempo. Assim, surgirão uma série de serviços adicionais que o arquiteto poderá oferecer, baseados na manipulação do modelo virtual do edifício, que existe em paralelo com o edifício real.

Também Calil (2001) enfatiza a criação de edifícios virtuais:

A tecnologia permite construir um prédio virtualmente e assim, aumentar a importância do arquiteto. A formação do arquiteto abrange questões estéticas, funcionais e técnicas-construtivas. Desta forma, com a tecnologia computacional disponível, o arquiteto vai acompanhar todo o processo, desde o projeto até a execução e com a possibilidade de dar assistência durante a vida útil da obra.

Apesar de tudo, alguns arquitetos ainda resistem ao uso da informática, principalmente devido a conclusões equivocadas, geralmente fruto da desinformação ou de alguma experiência infeliz. Para estes, algumas observações (FONSECA, 1998, p. 82):

- a) o uso do computador não elimina a necessidade do profissional, uma vez que é apenas um instrumento e, portanto, não projeta sozinho;
- b) o uso do computador não tolhe a criatividade do projetista, nem limita a sua capacidade de trabalho. Muito pelo contrário, sendo inclusive insuperável na execução de tarefas repetitivas;
- c) os custos da informatização não são tão altos e os equipamentos e programas não são inacessíveis;
- d) finalmente, a situação é irreversível, o computador chegou para ficar.

5.6.3 Cyberespaço: próxima geração de ambientes digitais

Bermúdez (1997), aponta aspectos arquitetônicos relacionados com o desenvolvimento da próxima geração de ambientes digitais:

- a) o uso do desenho arquitetônico como metodologia de trabalho para responder às demandas funcionais, tecnológicas e estéticas da informação;
- b) a utilização de idéias, princípios e conhecimentos arquitetônicos para manifestar informação espacial e formalmente;
- c) o desenvolvimento de estratégias específicas para desenhar em e conhecer um hiper meio eletrônico;
- d) o uso do meio digital e a informação como tecnologia e material arquitetônico;
- e) as implicações teóricas e práticas da virtualidade na disciplina arquitetônica.

O cyberespaço é um ambiente de informação interativo e eletrônico global que é gerado por meios de computadores e tecnologias de telecomunicação (telefone, cabo, satélite). A Internet

e suas redes aliadas são a estrutura maior do cyberspaço que conta hoje milhões de usuários no mundo inteiro e cresce a um ritmo anual. (Jacobs 1994, apud Bermúdez, 1997; Negroponte, 1995).

Há sete tendências que prometem desempenhar um papel fundamental na formação do cyberspaço de amanhã (Bermúdez, 1997):

- a) o poder da informação continuará influenciando cada vez mais na forma que tomam as instituições sociais e a vida do cidadão. Ao mesmo tempo, as tecnologias do virtual (computador, fax, telefone, televisão, etc) seguirão estendendo sua importância como veículo de acesso principal a tal informação;
- b) o uso do cyberspaço continuará crescendo rapidamente;
- c) software, cada vez mais fáceis de utilizar e de melhor funcionalidade, seguirão aparecendo no mercado;
- d) serviços privados novos, melhores e mais úteis continuarão aparecendo na rede digital;
- e) a rede digital será completamente privatizada;
- f) novas gerações de máquinas eletrônicas cada vez mais poderosas e híbridas seguirão sendo lançadas no mercado (telemática);
- g) a National Information Highway (NIH), que permite redes de alta densidade de comunicação, será implementada num futuro próximo.

Os efeitos combinados destas tendências, mesmo no cenário mais conservador, sugerem um cyberspaço do futuro de tal complexidade que desafia nossa imaginação. A maioria dos esforços e visões na área do desenho do cyberspaço estão limitados ao mundo gráfico bidimensional. A maioria dos trabalhos relacionados com o desenho de um cyberspaço tridimensional tem produzido réplicas muito pobres de ambientes arquitetônicos reais (JACOBS, 1994 apud BERMÚDEZ, 1997; REINHOLD, 1991 apud BERMÚDEZ, 1997). Os poucos protótipos existentes de cyberspaços tridimensionais foram desenvolvidos focando em:

- a) a interface eletrônica: por engenheiros de programação e cientistas da computação;
- b) a simplicidade de uso: por projetistas gráficos;
- c) o potencial expressivo do meio: por artistas visuais;
- d) o entretenimento: por projetistas de jogos de vídeo e eletrônicos;
- e) contextos familiares que dão uma base concreta ao que de outra maneira seria uma experiência incompreensível: por escritores de ficção científica.

Através desta reflexão pode-se ver que os arquitetos têm estado ausentes desses empreendimentos. Tal situação é importante, dado que a arquitetura é uma disciplina com conhecimentos específicos em (Bermúdez, 1997):

- a) o desenho e planejamento de ambientes dirigidos às atividades humanas;
- b) a organização e resolução espacial de requerimentos informativos complexos;
- c) a representação simulação e comunicação de diversos tipos de informação;
- d) ao desenvolvimento de visões utópicas de ambientes e mundos sem precedentes, muitas vezes impossíveis de se construir fisicamente.

Este autor afirma que esta simples lista demonstra que existe uma relação natural entre o cyberspaço e arquitetura. O cyberspaço tem uma arquitetura por si mesmo, e além disso pode conter arquitetura. Em outras palavras, a arquitetura pode ser a disciplina preparada para ocupar-se do desenho de um cyberspaço tridimensional. Entretanto, e apesar de todos estes argumentos, os arquitetos se mantêm ignorantes e apáticos às possibilidades do cyberspaço. Se bem que existem sinais de que esta situação está começando a mudar. A profissão não deve ficar à margem desta enorme área de crescimento e mercado arquitetônico.

O ateliê de projeto da próxima geração de cyberspaço pode ser justificado por três razões segundo Bermúdez (1997):

- a) as tecnologias requeridas serão conseguidas dentro de um prazo médio;
- b) o projeto e a construção de protótipos de cyberspaço podem ser simulados hoje mesmo;
- c) o projeto é um componente essencial no êxito ou fracasso de qualquer mundo virtual.

Finalmente, os resultados de um estudo sobre o cyberspaço baseado no projeto não só demonstraria que a arquitetura pode ser a disciplina líder no desenvolvimento de ambientes digitais mas também revalidaria o projeto como um método de questionamento e investigação essencial. E o que é ainda mais importante, esse tipo de projeto avançaria nossa compreensão de uma nova realidade cujo potencial é praticamente infinito (BERMÚDEZ, 1997).

A medida que cresce a influência do cyberspaço na civilização contemporânea, a profissão arquitetônica deve começar a preparar-se para uma significativa expansão de seus serviços profissionais. Tudo parece indicar que a chegada do espaço digital revolucionará o campo arquitetônico a tal ponto que requerirá uma nova concepção do que se considera hoje prática e pensamento arquitetônicos. Assim, e contrariamente ao que muitos vêem como um futuro obscuro para a profissão, a arquitetura oferece grandes promessas e oportunidades sempre e quando os arquitetos se decidem a estudar e trabalhar no cyberspaço (BERMÚDEZ, 1997).

5.6.4 Experiências arquitetônicas em ambientes computadorizados

Os meios tecnológicos eletrônicos trazem novos questionamentos e paradigmas que estão sendo discutidos por artistas, filósofos e arquitetos. Ora se trabalha em projetos arquitetônicos realizados em ambientes sintéticos (RV), onde a obra é apresentada em imagens acessadas por computador, construídas em base numérica digital; ora se constróem projetos concretos que questionam a inserção desses novos meios eletrônicos, principalmente ligados à imagem, em ambientes reais (DUARTE, 1999, p. 117).

Duarte (1999, p. 114 e 115) destaca que foi Peter Weibel cunhou a expressão **arquitetura virtual** para os edifícios que se constróem na interface homem / máquina / ambiente. A utilização de instrumentos tecnológicos contemporâneos em edifícios, propicia um controle

do projeto, fazendo com que os ambientes propostos ganhem novas dimensões e possibilidades formais, visuais, enfim, de apreensão ambiental que estão além do aspecto concreto dos prédios. Existem experiências arquitetônicas que vem sendo construídas integralmente em ambientes virtuais, no universo digital. Uma dessas experiências é a simulação digital que trabalha com obras existentes ou que não foram construídas concretamente, principalmente com fins de pesquisa e didáticos. São exemplos:

- a) Bauhaus virtual, desenvolvido por M. Koob;
- b) projeto de iluminação do museu do Louvre da equipe da Universidade de Nancy;
- c) projetos urbanos de Cerdá para Barcelona de M. A. Crippa, com a obra de Frank Lloyd Wright; e Txatxo Sabater.

Uma das possibilidades que vêm sendo exploradas com as tecnologias de simulação digital é o levantamento histórico e análise de edifícios importantes na história que não mais existem há décadas ou séculos. Principalmente desenvolvidos em escolas de arquitetura em diversos lugares do mundo, a reconstrução de importantes exemplos arquitetônicos entre os modelos e as imagens digitais é a ferramenta de estudo aprofundando desses prédios, possibilitando sua visita através de séculos, buscando dimensões não constantes no material iconográfico tradicional ainda existente e assim, por essas novas possibilidades de experimentações redescobrí-los e rediscutí-los (DUARTE, 1999, p. 163).

6 CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO: DIRETRIZES E ESTUDO EXPLORATÓRIO

Apreciando o panorama da influência da Universidade nos profissionais e, especificamente, julgando que o uso de TI no processo de projeto inicia nas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo (FAU), esta pesquisa aplicou questionários, como já foi detalhado, que continham questões sobre este tema, para alunos e professores, nas quatro FAU de Porto Alegre (RS). As instituições receberam os resultados que correspondem aos seus alunos e professores e poderão fazer comparações, pois são informadas qual é a sua situação em particular.

Antes de apresentar os resultados do estudo exploratório e sua análise, é interessante esclarecer as diretrizes definidas para os Cursos de Arquitetura e Urbanismo por várias instituições.

6.1 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO: DIRETRIZES CURRICULARES E EXAME NACIONAL DE CURSOS

6.1.1 Diretrizes curriculares gerais

O Ministério da Educação e do Desporto, na Portaria 1770, de 21 de dezembro de 1994, estabelece diretrizes curriculares gerais e conteúdo mínimo do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DESPORTO, 1994). O conteúdo mínimo do Curso de Arquitetura e Urbanismo, segundo esta Portaria, divide-se em três partes interdependentes:

- a) matérias de fundamentação: conhecimentos fundamentais e integrativos de áreas correlatas;

- b) matérias profissionais: conhecimentos que caracterizam as atribuições e responsabilidades profissionais;
- c) trabalho final de graduação.

É salientado na Portaria que as áreas de estudo correspondentes às matérias de fundamentação e às matérias profissionais não guardam entre si qualquer exigência de precedência.

São matérias de fundamentação (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DESPORTO, 1994):

- a) Estética, História das Artes;
- b) Estudos Sociais e Ambientais;
- c) Desenho.

Ao tratar do estudo do desenho, indica que este abrange, além da Geometria e suas aplicações, todas as modalidades expressivas como modelagem, plástica e outros meios de expressão e representação. Entende-se, portanto, que devem ser consideradas todas as modalidades de representação, inclusive com o uso de recursos computacionais.

São matérias profissionais (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DESPORTO, 1994):

- a) História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo;
- b) Técnicas Retrospectivas;
- c) Projeto de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo;
- d) Tecnologia da Construção;
- e) Sistemas Estruturais;
- f) Conforto Ambiental;
- g) Topografia;
- h) Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo;

i) Planejamento Urbano e Regional.

Deve-se destacar neste conjunto matérias profissionais a indicação do estudo da informática aplicada à Arquitetura e Urbanismo. A Portaria indica que deve abranger os “sistemas de tratamento da informação e representação do objeto aplicados à arquitetura e urbanismo, implementando a utilização do instrumental da informática no cotidiano do aprendiz” (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DESPORTO, 1994).

Relativamente a infraestrutura, para que seja possível ministrar adequadamente as matérias profissionais, a Portaria indica que as aquelas “que requerem espaços e equipamentos especializados, têm como exigência, para sua oferta, a utilização de laboratórios, maquetarias, salas de projeto, além dos equipamentos correspondentes” (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DESPORTO, 1994). Isto indica que equipamentos adequados para, por exemplo, desenvolver as habilidades do alunos no aprendizado do uso da informática aplicada a Arquitetura e Urbanismo devem estar disponíveis aos alunos.

6.1.2 Exame nacional de cursos

Dentro da política vigente de avaliação de cursos superiores, o Ministério da Educação incluiu pela Portaria nº 3017, de 21 de dezembro de 2001 (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2001), o Exame Nacional para os Cursos de Arquitetura e Urbanismo. Esse processo de avaliação tem por objetivos:

- a) contribuir para o contínuo aperfeiçoamento do ensino;
- b) avaliar comparativamente os conhecimentos básicos apreendidos pelos formandos durante o Curso;
- c) avaliar os Cursos através da aferição das habilidades demonstradas pelos concluintes;
- d) contribuir para a constante adequação das ações pedagógicas desenvolvidas nos Cursos;

- e) possibilitar o acompanhamento, por parte da sociedade, as condições de qualificação dos formandos para o exercício da profissão.

A Portaria salienta que o Exame Nacional de 2002 toma como referência o perfil de um profissional generalista com conhecimentos atualizados, autonomia intelectual, postura ética, apto a executar as tarefas típicas da profissão e dá destaque a utilização da informática como ferramenta para a Arquitetura e Urbanismo.

Da mesma forma, entre aos conteúdos especificamente citados na Portaria estão os conhecimentos profissionais (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2001):

- a) História e Teoria da Arquitetura;
- b) História e Teoria do Urbanismo;
- c) História e Teoria do Paisagismo;
- d) Projeto de Arquitetura;
- e) Projeto de Urbanismo;
- f) Projeto de Paisagismo;
- g) Planejamento Urbano e Regional;
- h) Técnicas Retrospectivas;
- i) Conforto Ambiental;
- j) Tecnologia da Construção;
- k) Sistemas Estruturais;
- l) Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo;
- m) Topografia.

A inclusão de conteúdo relativo a aplicação da informática revela a importância deste na formação profissional dos alunos. Este tema foi efetivamente incluído no chamado **provão**,

aplicado em junho de 2002, na questão 39 (CADERNO DE QUESTÕES DO PROVÃO, 2002, p. 16):

Nas últimas décadas os recursos da informática vem sendo utilizados como importantes ferramentas para a arquitetura, o urbanismo e o paisagismo. A precisão dos recursos da informática:

- (a) permite a concepção de projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo através do uso exclusivo do computador.
- (b) vem intervindo na pesquisa plástica e formal, modificando a concepção arquitetônica, urbanística e paisagística contemporânea.
- (c) é incipiente no que se refere aos processos de produção de imagens aerofotogramétricas.
- (d) é incipiente na visualização simultânea dos projetos complementares ao arquitetônico, urbanístico e paisagístico.
- (e) é questionável no que concerne aos meios de produção de originais de arquitetura, urbanismo e paisagismo.

Adiantando o que foi obtido como resposta para esta questão nos respondentes do estudo exploratório desenvolvido, uma vez que a pergunta acima foi incluída no levantamento pode-se constatar a distribuição de respostas apresentada na figura 28.

No gabarito oficial do MEC, a resposta correta era a alternativa “b”. Na pesquisa, tanto alunos quanto professores, assinalaram com maior frequência a alternativa “a” como a correta. A alternativa “b”, aparece somente como a segunda mais escolhida. Ao se ler atentamente a questão, verifica-se que se está tratando de um tema polêmico, ainda não sedimentado no meio acadêmico e profissional. Portanto, a concentração de respostas nas alternativas “a” e “b” não deve causar surpresa.

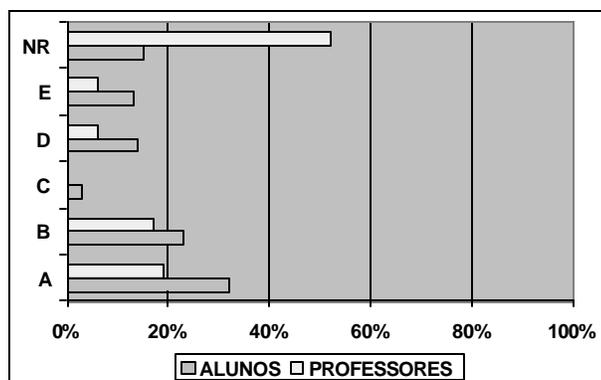


Figura 28: questão do **provão** 2002 do MEC

6.2 DECLARAÇÃO SOBRE ENSINO DE ARQUITETURA: UIA E UNESCO

A União Internacional de Arquitetos (UIA) e a United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), fizeram declaração sobre objetivos dos Cursos de Arquitetura. Pode-se destacar que também recebe destaque o tema da aplicação da TI na Arquitetura (UNIÃO INTERNACIONAL DE ARQUITETOS; UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION, 1996):

- a) modernas tecnologias de informática e o desenvolvimento de programas especializados tornam imperativo ensinar o uso de computadores em todos os aspectos da educação do arquiteto. Laboratórios adequados; condições de pesquisas; estudos avançados; informação e trocas de dados sobre novas tecnologias devem ser fornecidos por escolas de arquitetura;
- b) a criação de uma rede abrangendo o mundo inteiro é necessária, para a troca de informações entre professores e estudantes, provendo um entendimento comum e para elevar o nível da educação do arquiteto.

6.3 ESTUDO EXPLORATÓRIO: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.3.1 Análise geral das respostas

Como já foi apresentado, um total de 444 alunos e 48 professores responderam aos questionários. O estudo tinha, ao consultar dois tipos de respondentes, a intenção de comparar a percepção dos alunos e dos professores quando aos temas abordado nas questões.

Ao serem tabulados os dados, foi constatado que um grande número de professores, não respondeu as questões. Isto pode ser gerado como uma forma de resguardo pessoal ou institucional, evitando análise negativa ou, simplesmente, por não acharam importante fornecer essas respostas a este tipo de levantamento: por pensarem que tudo está muito bem

resolvido na área de ensino da prática de projeto ou, ao contrário, por perceber que o mercado de trabalho está indicando a necessidade de um tipo de profissional que as Universidades não têm ainda condições de preparar. Desta forma, as respostas fornecidas pelos professores não serão consideradas na análise. As respostas destes 48 participantes estão no apêndice C, demonstrando o alto grau de **não resposta**.

6.3.2 Faculdades pesquisadas

6.3.2.1 Características básicas

É interessante, para a consideração dos resultados da pesquisa exploratória, se ter conhecimento do número de alunos que cada FAU admite anualmente e o número mínimo de semestres que são recomendados para conclusão do curso. O número de alunos admitidos por ano está na figura 29 e todos os cursos têm duração mínima de 10 semestres.

CARACTERÍSTICAS	FACULDADES			
	A	B	C	D
alunos admitidos (por ano)	120	120	100	100

Figura 29: número de alunos admitidos por semestre nas faculdades pesquisadas

Considera-se a amostra de alunos obtida bastante significativa pois corresponde ao número de estudantes admitidos anualmente nas FAU pesquisadas.

6.3.2.2 Participação de cada FAU

A distribuição de alunos respondentes variou em função da maior ou menor dificuldade de se ter acesso aos alunos no momento do desenvolvimento das aulas de projeto de edificações (figura 30). Pode-se ainda perceber que as duas FAU onde o percentual de participantes da

pesquisa é maior, também são as duas Universidades que admitem um número maior de alunos anualmente.

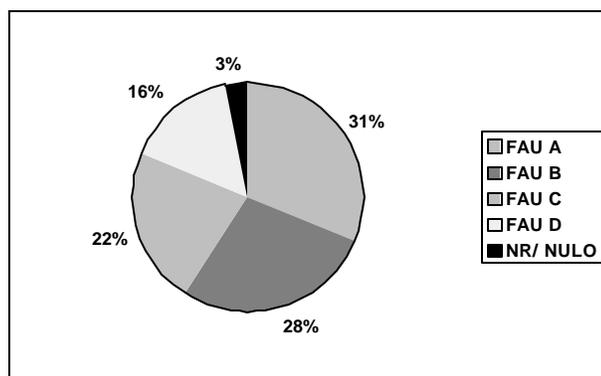


Figura 30: distribuição percentual dos respondentes por FAU

6.3.2.3 Disciplinas de Tecnologia da Informação

Foi possível constatar que todas as FAU que participaram da pesquisa cumprem a recomendação do MEC de incluírem no currículo obrigatório disciplina(s) de Informática Aplicada à Arquitetura. Com as devidas particularidades e maior ou menor ênfase, as disciplinas existentes nestes currículos são aqui citadas:

a) Faculdade A,

- Introdução à Informática;
- Computação gráfica I;
- Computação gráfica II;

b) Faculdade B,

- Informática na Arquitetura 1;
- Informática na Arquitetura 2;
- Informática na Arquitetura 3;
- Informática na Arquitetura 4;

c) Faculdade C,

- Informática Aplicada à Arquitetura 1;
- Informática Aplicada à Arquitetura 2;

d) Faculdade D,

- Computação gráfica I;
- Computação gráfica II.

6.3.3 Características pessoais, acadêmicas e de estágio

Os dados das figuras 31 e 32 revelam que a maior parte dos estudantes são do sexo feminino, com menos de 22 anos. Considerando-se as respostas dos alunos de cada FAU, verifica-se que nas faculdades A, B e D o número de respondentes do sexo feminino é aproximadamente o dobro do número de respondentes do sexo masculino. Nas faculdade C, o número de respondentes de cada sexo é bem aproximado. Com relação à faixa etária, na faculdade D destacam-se alunos com idade entre 22 e 30 anos.

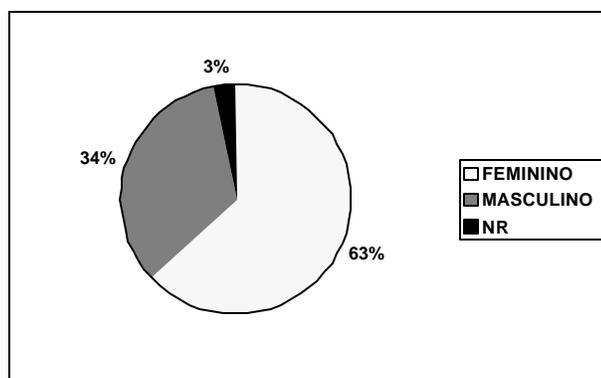


Figura 31: distribuição por sexo

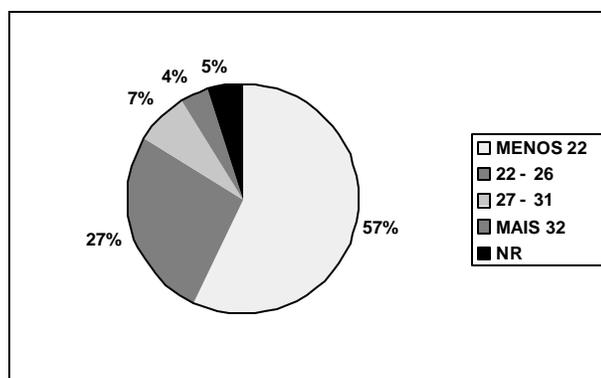


Figura 32: distribuição por idade

Pode-se verificar na figura 33 que, no geral, um grupo muito pequeno de alunos já freqüentou outra FAU anteriormente aquela na qual está atualmente matriculado. Particularmente, pode-se observar que na faculdade A, o percentual é de 4% e nas demais, de 3% de alunos que iniciaram seus cursos em outra FAU.

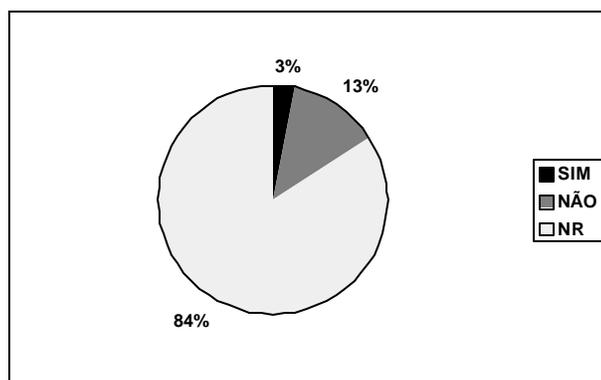


Figura 33: incidência de alunos que cursaram outra faculdade

Mas, como mostra a figura 34, mais da metade dos alunos, declara estar na FAU a mais de 4 anos. Assim, os estudantes parecem não acompanhar a programação dos semestres, pois somente 10% indicam estar no nono ou décimo semestre (figura 35). Isto significa que os alunos têm concluído seu curso num período maior que o inicialmente previsto que é de 10 semestres.

Como esta pesquisa restringe a sua análise a prática de desenvolvimento de projetos, buscou-se observar quantos alunos fazem estágio em escritórios de arquitetura e a quanto tempo estão nesta atividade. Na figura 36 observa-se que, do total de alunos, 51% dos alunos fazem ou já fizeram estágio em escritórios de arquitetura. Dos alunos que no momento da pesquisa faziam estágio, somente 23% estão nesta atividade a mais de um ano (figura 37). Relativamente a cada FAU, pode-se verificar que das FAU A e C entre 15 e 16% dos alunos fazem estágio e destes, 9% há um ano ou mais. Das FAU B e D entre 9 e 11% dos alunos fazem estágio e destes, 6% há um ano ou mais.

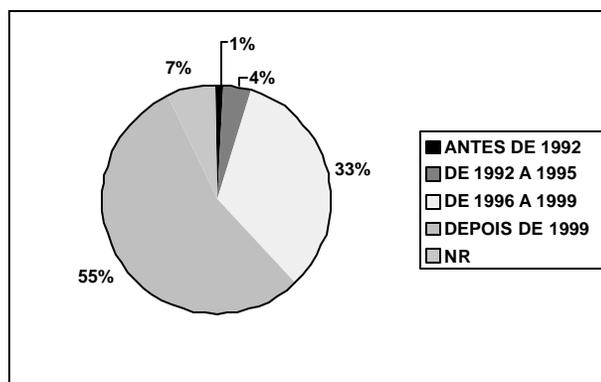


Figura 34: ano de ingresso na FAU

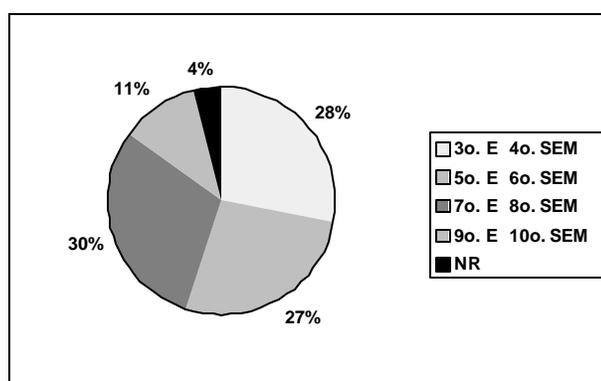


Figura 35: semestres que estão cursando
(fazendo referência a disciplina de projeto de edificação)

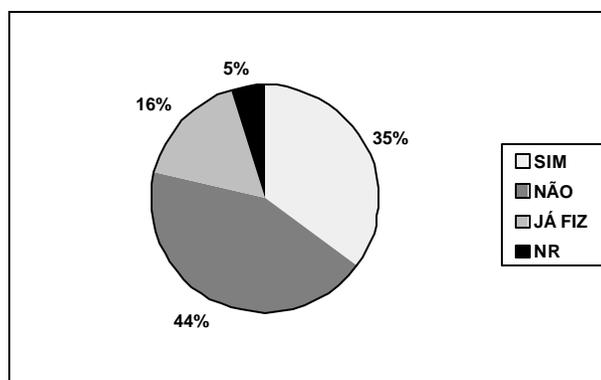


Figura 36: estágio em escritórios de projetos de arquitetura

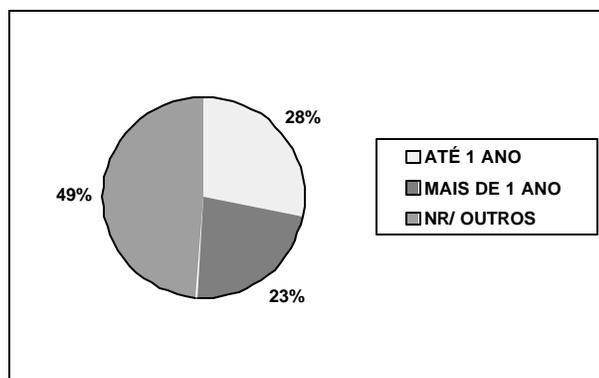


Figura 37: tempo de experiência como estagiários em escritório de projetos de arquitetura

6.3.4 Características sobre o uso de recursos computacionais em geral

Como foi observado nos capítulos anteriores, o uso de recursos computacionais é corrente em todas as atividades e tem papel muito importante na arquitetura. Desta forma, caracterizar como os alunos usam recursos computacionais é fundamental para ser possível verificar o potencial destes para o seu desenvolvimento profissional, cada vez mais ligado ao uso de TI.

Inicialmente, é importante verificar como os alunos aprendem a utilizar os recursos computacionais. O gráfico da figura 38 demonstra que a maior parte dos estudantes tem aprendido a utilizar recursos computacionais informalmente. Somente 19% destes respondentes afirma ter participado de um curso específico para adquirir este aprendizado. Este tipo de aprendizagem informal, normalmente, não impede o uso de recursos que equipamento e programas oferecem, mas se tornam usuários que não sabem explorar a totalidade das possibilidades.

Para os estudantes de arquitetura, futuros profissionais, entre os sistemas computacionais que mais lhe serão úteis estão os programas de computação gráfica. Investigando o local onde os respondentes aprenderam o seu uso, nota-se uma diferença significativa em relação ao indicado no gráfico da figura 38. A figura 39 mostra que este aprendizado se dá com maior intensidade em cursos especializados. A faculdade também é local onde, com grande incidência, os alunos aprendem a usar tais recursos. O aprendizado em casa, por conta própria, fica em terceiro lugar. Isto pode demonstrar uma maior necessidade de bem utilizar

estes recursos, possivelmente programas mais complexos que outros utilizados no dia-a-dia e, certamente, uma preocupação em curto espaço de tempo dominar os recursos disponíveis nos programas.

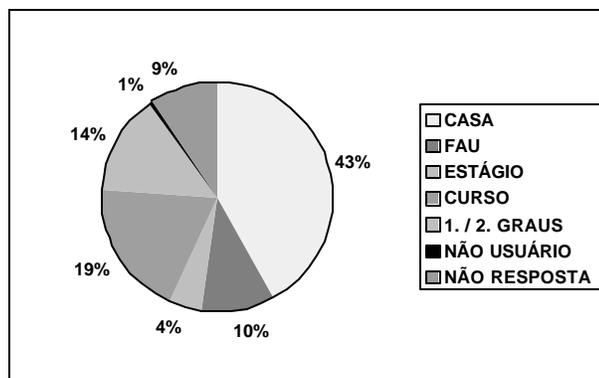


Figura 38: local onde aprendeu a usar recursos computacionais em geral

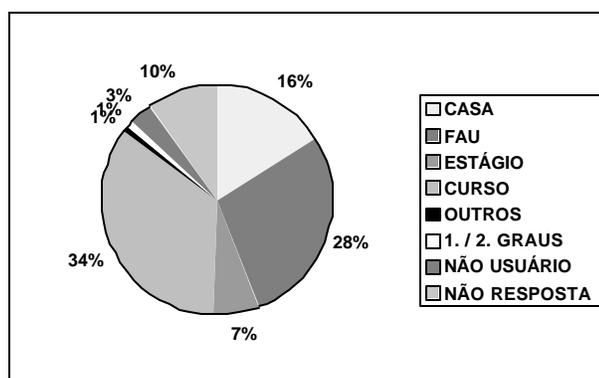


Figura 39: local onde aprendeu a usar programas de computação gráfica

Assim, passado pelo período inicial de aprendizagem, é importante verificar como os alunos se classificam como usuários. Desta forma, foram oferecidas para os alunos, que se consideram usuários, as seguintes categorias:

- a) usuário A: utiliza muito bem diversos programas de CAD, dominando totalmente os modos 2D e 3D;
- b) usuário B: utiliza razoavelmente diversos programas de CAD; dominando parcialmente o modo 3D;

- c) usuário C: utiliza muito bem um único programa de CAD, dominando os modos 2D e 3D;
- d) usuário D: utiliza razoavelmente um único um programa de CAD, dominando somente o modo 2D.

Alguns indicaram não serem usuários e outros não responderam a questão. Fica claro que, a maior parte dos estudantes domina uma única ferramenta, apesar de isto significar uma limitação para a sua vida profissional, pois poderia obter uma oportunidade de trabalho em local onde o programa de computação gráfica não é aquele para o qual está preparado. Deve ser salientado que cerca de 10% dos alunos respondentes não é usuário destes programas: situação ainda mais limitadora (ou impeditiva) para a inclusão do futuro arquiteto no mercado de trabalho.

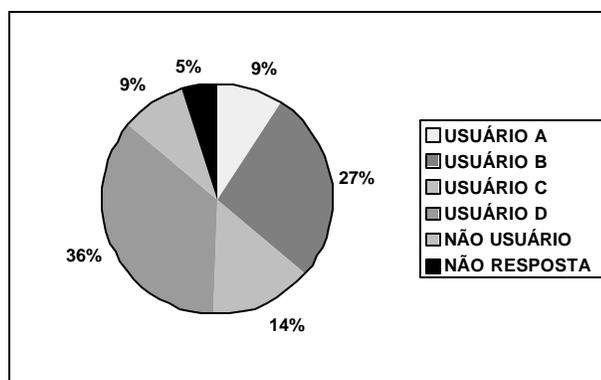


Figura 40: auto classificação como usuário de programas gráficos

Com relação ao tempo de uso de recursos computacionais (figura 41), é natural que 80% dos respondentes os utilizem, no ambiente das FAU, a menos de 5 anos. Mas, em casa ou no estágio, entre 30 e 40% dos respondentes, também, utilizam esses sistemas a menos de 5 anos. Destaca-se um grupo de 42% que utiliza em casa no período de 5 a 10 anos. A computação gráfica não é novidade, já vem sendo utilizada há mais de duas décadas, mas devemos levar em consideração que a maioria dos respondentes tem menos de 22 anos. A plataforma de trabalho mais utilizada pelos alunos é o PC, seja em casa, no estágio ou FAU (figura 42). Na figura 43, os estudantes indicaram um alto grau de utilização de computadores em rede nas FAU. Já em casa ou no estágio, este percentual diminui consideravelmente.

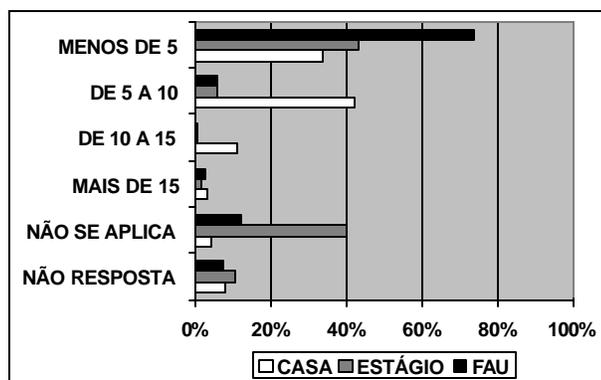


Figura 41: tempo de uso de recursos computacionais

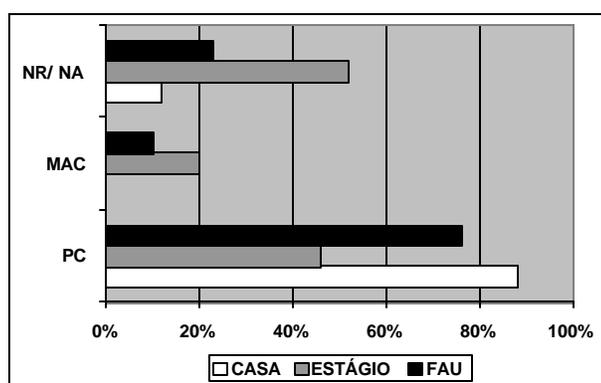


Figura 42: plataforma de trabalho utilizada

Apesar de o termo TI e sua utilização em diversos setores e atividades não serem novidade, em questão de múltipla escolha, foram listados uma dúzia de itens, todos relacionados com TI, a fim de que os respondentes indicassem o que entendiam por TI. Pode-se perceber grande desinformação no assunto (figura 44), pois 41% não responderam e as demais indicações foram variadas, quase aleatórias: 39% para software, 21% para telefone, 18% para fax, 17% para hardware e 10% para CAD. As outras alternativas foram minimamente citadas. A questão seguinte pedia para que de forma ordenada fossem assinaladas para qual finalidade o uso de TI era mais intenso. A atividade mais indicada em primeiro lugar foi estudo, seguida de trabalho e lazer (figura 45).

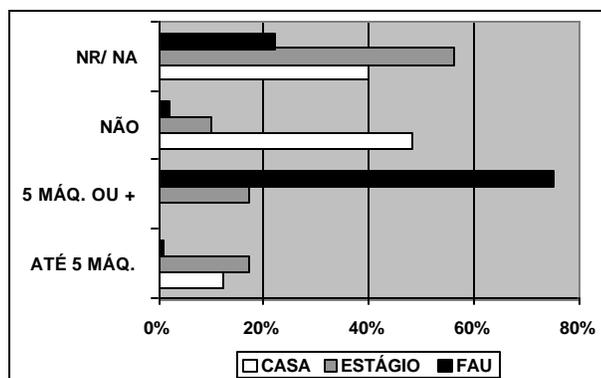


Figura 43: utilização de computadores em rede

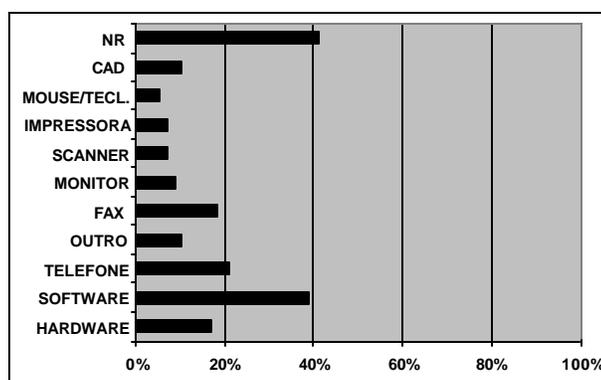


Figura 44: entendimento por parte dos alunos do que é TI

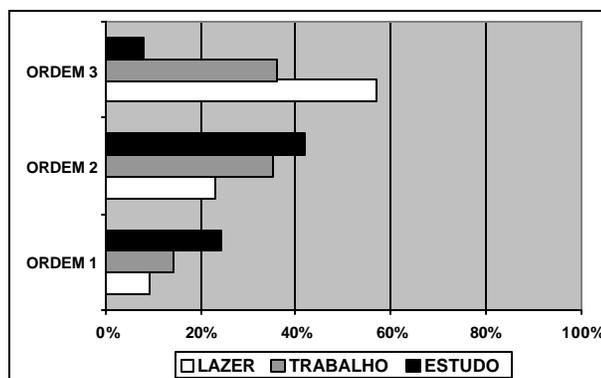


Figura 45: finalidade para qual utilizam TI com maior intensidade

Nas figuras 46, 47 e 48, percebe-se que os estudantes estão mais dedicados em cuidar da padronização e organização dos ser arquivos do que da garantia de salvar as informações de eventuais panes nos micros. Deve-se destacar que 63% dos respondentes afirma utilizar uma padronização para nomear e organizar arquivos, 52% não tem o hábito de fazer *back-up* de

seu disco rígido. Existe, como pode ser visto na figura 48, uma coerência no comportamento das pessoas: aquelas que se preocupam em fazer *back-up* com maior frequência também são aquelas que tem seus arquivos mais organizados.

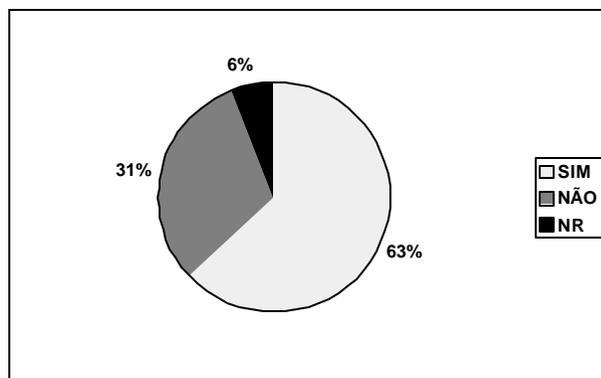


Figura 46: utilização de padronização para nomear ou organizar arquivos

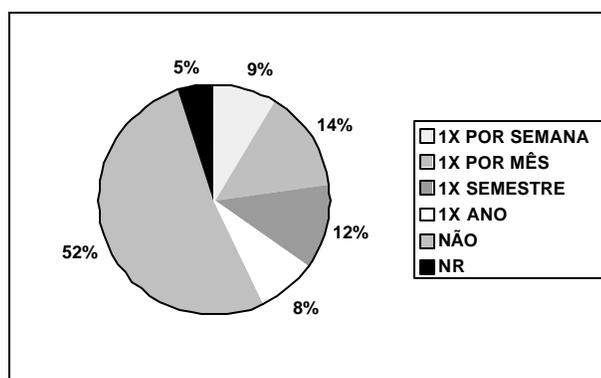


Figura 47: frequência que o estudante faz *back-up* do seu disco rígido

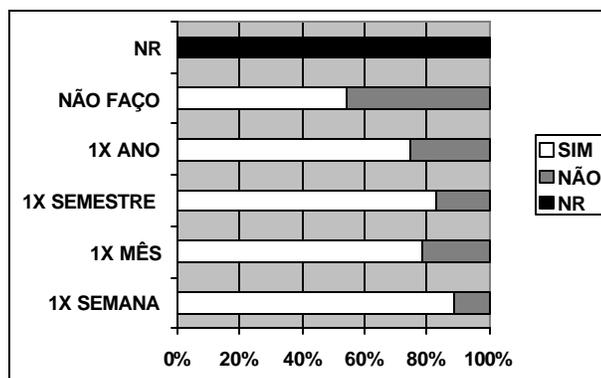


Figura 48: cruzamento entre a frequência com que o estudante faz cópia de segurança de seu disco rígido e da utilização de padrões para nomear e organizar organização arquivos

Para o estudante demonstrar o que representa o uso de recursos computacionais, foi proposta uma questão onde o respondente deveria ordenar as alternativas. Das 10 alternativas oferecidas, 3 destacaram-se e uma 4ª opção exemplifica a queda de votação nas demais. Ocuparam os primeiros lugares os seguintes itens (figura 49):

- a) economia de tempo :22%, 26%, e 16%;
- b) agilidade de alteração de proposta: 21%, 22%, e 21%;
- c) aumento de produtividade: 11%, 27%, 23%;
- d) padronização de elementos: 2%, 7%, e 12%;
- e) redução ou substituição de equipe, economia de papel, mudança no processo de criação e desenho e criação de uma nova estética: % pouco significado.

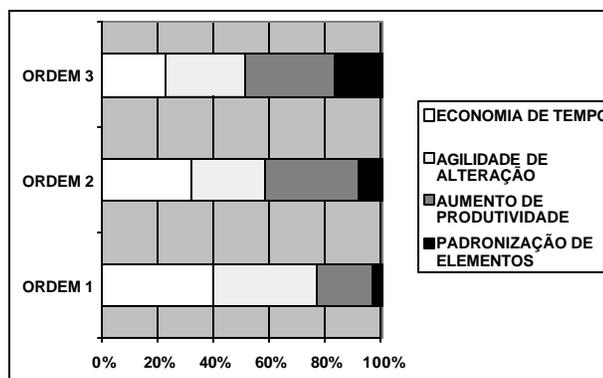


Figura 49: o que representa do uso de recursos computacionais

6.3.5 Características sobre o uso da Internet

O acesso à Internet está cada vez mais facilitado, com diversos tipos de conexões, características e velocidades diferenciadas. Quase a totalidade dos alunos possuem Internet em casa, em torno de 90% (figura 50). Contudo, a frequência de acesso a sites, e-mail e o recebimento de boletins técnicos é baixo, não chegando a 60% (figuras 51 e 52). Aqueles que acessam sites de AEC e afirmam utilizarem as informações totalizam 60%. Outros 23% acessam, mas não consideram as informações úteis e 9% não tem o hábito de usufruir desta forma de informação e comunicação (figura 53).

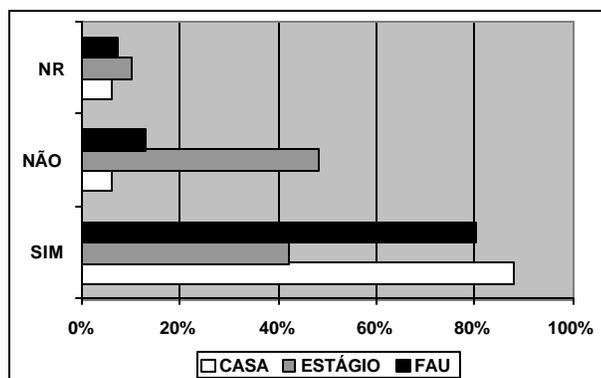


Figura 50: acesso à Internet em casa, estágio e FAU

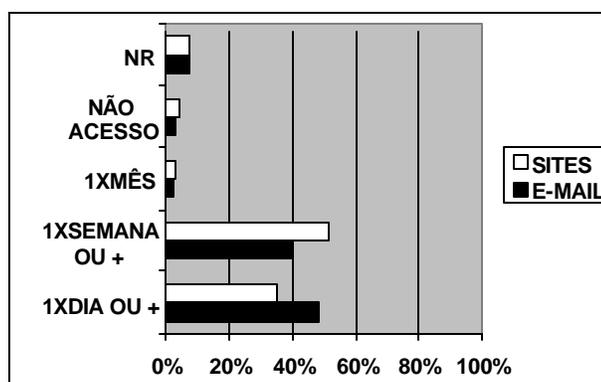


Figura 51: frequência de acesso a e-mail, sites e outros

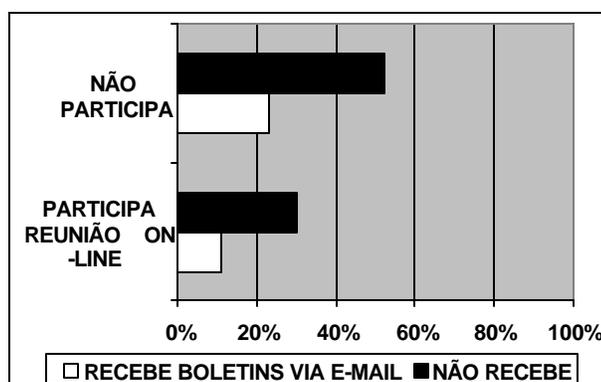


Figura 52: cruzamento das respostas relativas a participação de reuniões on-line e recebimento de boletins via e-mail

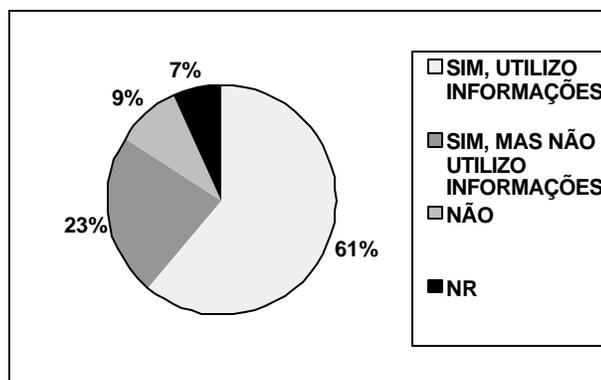


Figura 53: acesso a sites sobre AEC e utilidade das informações obtidas

A Internet permite inclusive que se faça uma apresentação de projetos de arquitetura, questão que dividiu opiniões entre os que acham ser eficiente e os que não acreditam na eficiência deste tipo de apresentação. Uma pequena parcela já experimentou, e destes, nem todos aprovaram, como mostra o gráfico da figura 54.

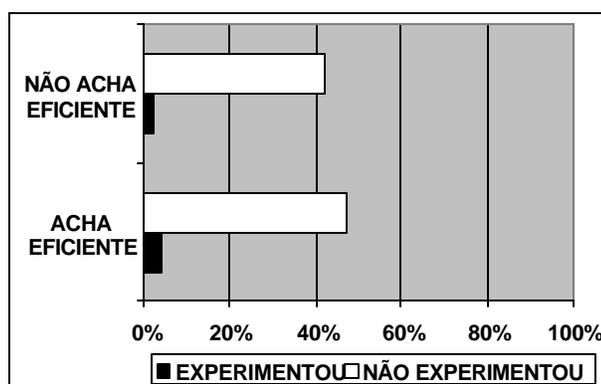


Figura 54: cruzamento do posicionamento dos alunos quanto a eficiência da apresentação de um projeto de arquitetura via Internet e a experiência pessoal dos respondentes

6.3.6 Características das aulas de projeto de edificações

Com a finalidade de fazer a caracterização do ambiente da sala de aula de projeto (ou ateliê), foram obtidas as respostas registradas na figura 55. Para cerca de 80% dos alunos que participaram da pesquisa, as aulas de projeto ainda ocorrem em ateliês tradicionais, com

mesas de desenho e régua paralelas. Somente 1% dos respondentes indicou que as aulas são desenvolvidas em laboratórios de informática e, 2%, no chamado ateliê-digital⁷. Este tipo de resposta mostra quão conservador é o ambiente universitário quanto ao uso de recursos computacionais no ensino da prática de projeto.

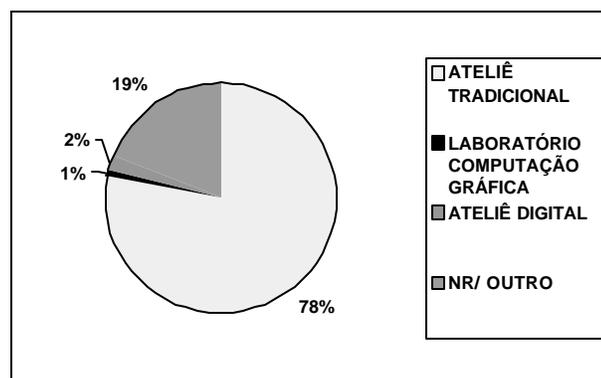


Figura 55: indicação dos alunos do local onde ocorrem os ateliês

Parece importante, além de conhecer o ambiente onde as aulas de projeto são desenvolvidas, ter noção da estruturação destas aulas, ou seja, verificar como se dá o assessoramento ao aluno neste ambiente. Na figura 56, pode-se verificar o que foi declarado pelos alunos. Pode-se notar que coerentemente com a ocorrência de ateliê tradicional com maior intensidade, também o assessoramento se dá de forma tradicional.

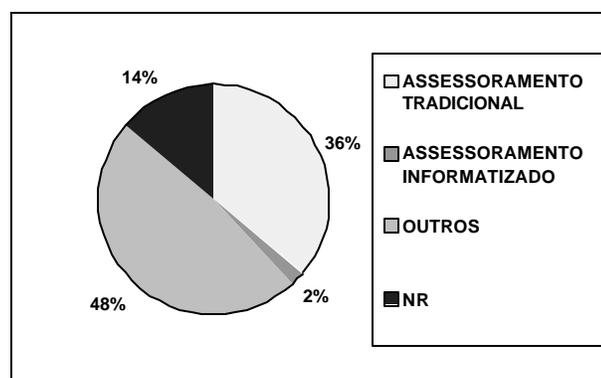


Figura 56: indicação dos alunos sobre a estruturação dos ateliês

⁷ ateliê-digital: corresponde a um ateliê tradicional mas onde existe a possibilidade de se incluir a computação em certos momentos do processo de projeto.

Uma vez que o intercâmbio de experiências entre docente e aluno é muito importante neste tipo de disciplina, foi questionado se os projetos são desenvolvidos em aula e como. A resposta está na figura 57. Cerca de 60% dos alunos afirma fazer o trabalho em aula. Esta condição de trabalho com assessoramento parece imprescindível para o bom desempenho do trabalho.

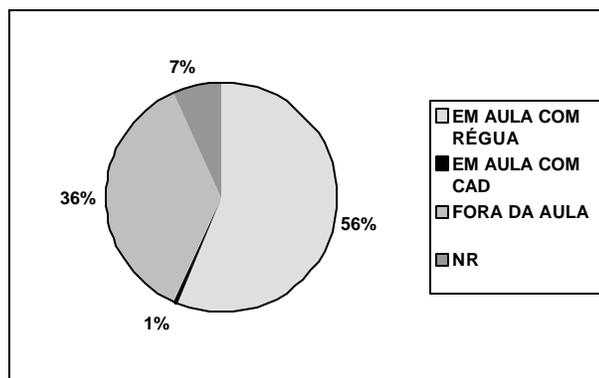


Figura 57: forma de desenvolvimento do projeto em aula

Na figura 58, encontra-se a justificativa dada pelos estudantes que não desenvolvem seus projetos em aula.

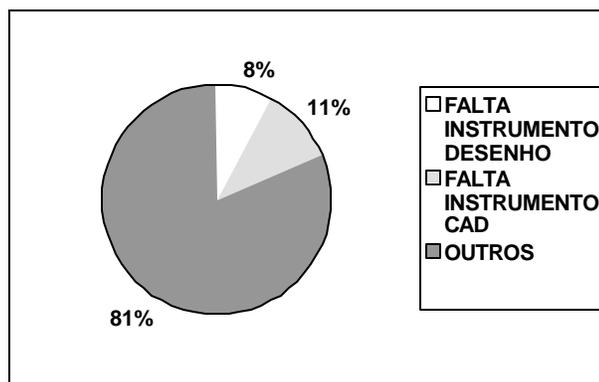


Figura 58: justificativas para não desenvolvem seus projetos em aula

Considerando que o desenvolvimento do projeto se dá em etapas, buscou-se caracterizar a aceitação do uso de CAD em cada uma delas. Foram destacadas as seguintes etapas:

- a) partido geral ou PG;
- b) estudo preliminar ou EP;
- c) anteprojeto ou AP;
- d) detalhamento ou DT
- e) apresentação final ou AF.

Fica bastante claro, ao ser analisado o gráfico da figura 59, que à medida que o projeto avança do partido geral, momento que envolve mais criação, indefinição, necessidade de rápidos riscos e esboços de idéias, para a apresentação final, momento em que o projeto já está definido, evolui aos poucos e necessita apenas de ajustes finais, na opinião dos alunos, os professores vão liberando, e até incentivando, o uso do computador como mais uma ferramenta auxiliar ao processo de projeto.

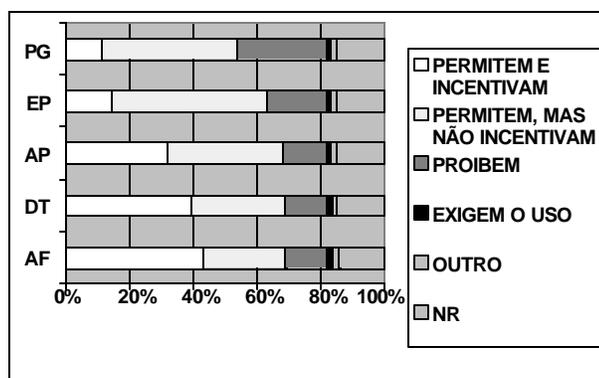


Figura 59: postura dos professores quanto ao uso de CAD nas várias etapas do projeto

6.3.7 Características sobre o uso de recursos computacionais no processo de projeto

Ao serem questionados sobre qual a etapa do processo de projeto na qual o uso de sistemas computacionais parece mais conveniente (figura 60), foi pedido que cada respondente ordenasse as 5 etapas apresentadas por grau de importância (ordem 1 = mais conveniente e ordem 5 = menos conveniente). O uso para apresentação final (plantas mobiliadas, uso de cores e sombras, perspectivas ambientadas) apareceu com frequência de 26%, muito próximo do percentual de 24% para o uso no desenho 2D (plantas baixas, elevações, detalhamento técnico, etc). Estes dois itens também se destacaram na segunda posição com 22% e 23% respectivamente. Contudo a utilização para desenhos 3D (com volumetria já definida, para visualização e apresentação final) representou 25% dos votos. A etapa de croquis 3D (estudos volumétricos iniciais, estudos de partido geral e modelagem) que a princípio, significa a otimização e utilização máxima dos recursos oferecidos pelos programas de computação gráfica, contribuindo verdadeiramente no processo projetual, e não simplesmente servindo para “passar a limpo” o projeto, destaca-se em última posição, quando atinge 47% das indicações.

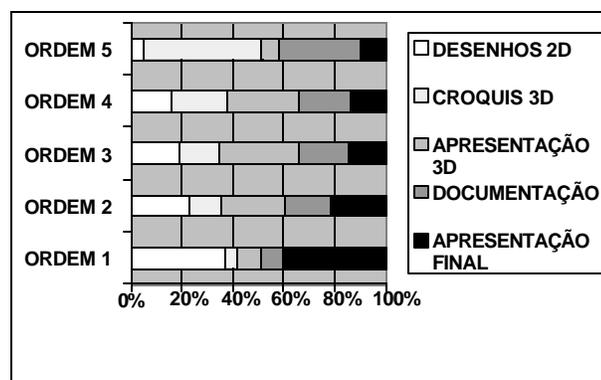


Figura 60: etapa do processo que o uso de recursos computacionais parece mais conveniente

Atualmente, existe disponível no mercado, um enorme número de software de computação gráfica. Cada programa implica num método de trabalho, que irá influenciar a forma de desenhar ou projetar. Cabe salientar que os preços dos software variam consideravelmente. Apesar desta gama de programas disponíveis, as figuras 61 e 62 demonstram que existem

alguns programas apontados como os mais utilizados, atingindo mais de 50% das respostas. Pode-se imaginar que sejam os mais difundidos ou incentivados pelas FAU ou mercado profissional.

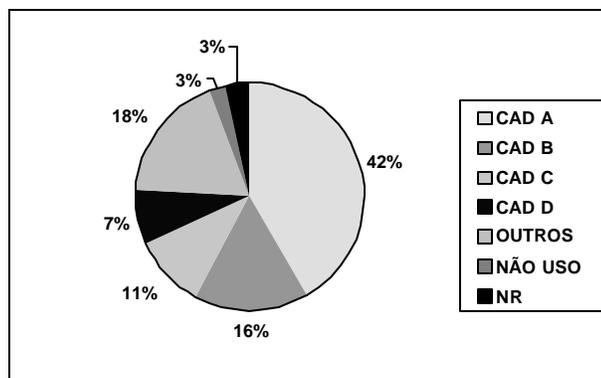


Figura 61: sistemas de CAD mais utilizados

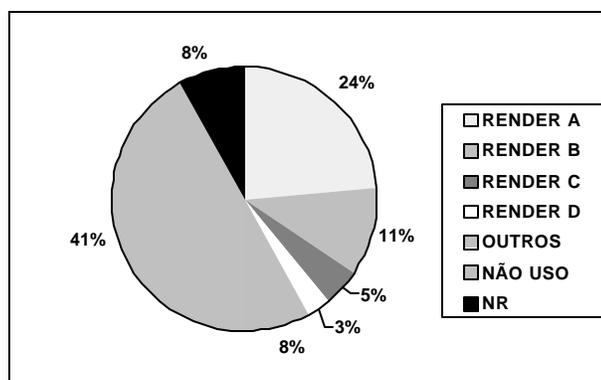


Figura 62: sistemas de Render mais utilizados

Quanto ao desenvolvimento de tarefas e terceirização de serviços do processo de projeto de arquitetura, vemos que os desenhos 2D e a apresentação final foram os itens indicados nos quais o uso de sistemas computacionais é mais freqüente (figura 63). Os desenhos 2D são pouco apontados como serviço a ser terceirizado. A terceirização é acentuada nos serviços de impressões e plotagens e na possibilidade de utilizar a realidade virtual e apresentação multimídia para o melhor entendimento e a valorização na apresentação dos projetos (figura 64).

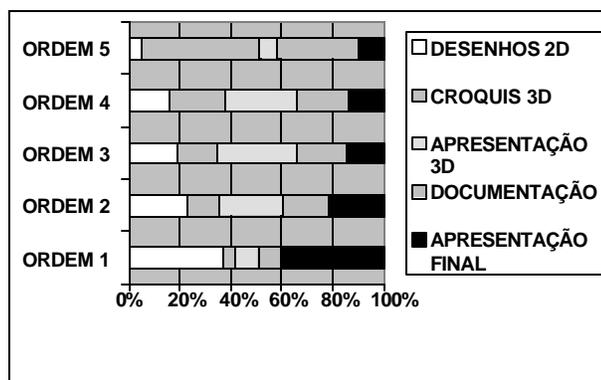


Figura 63: tarefa do processo que é desenvolvida com maior frequência no computador

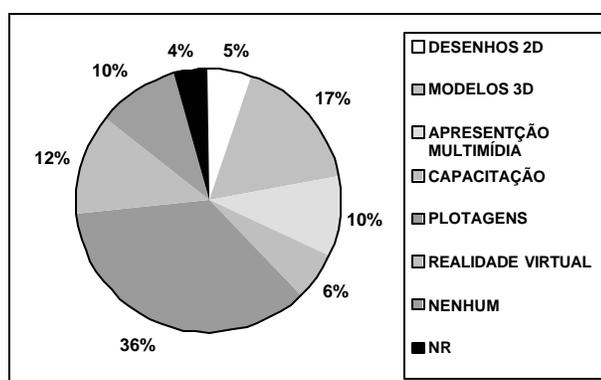


Figura 64: serviços do processo de projeto de arquitetura que poderia ser terceirizado

Aproximadamente 50% dos respondentes apontaram que os critérios de lógica dos programas computacionais diferem do raciocínio humano. Mas fica claro que para 70% dos respondentes existe a necessidade de hoje em dia um projetista dominar ferramentas CAD (figuras 65 e 66).

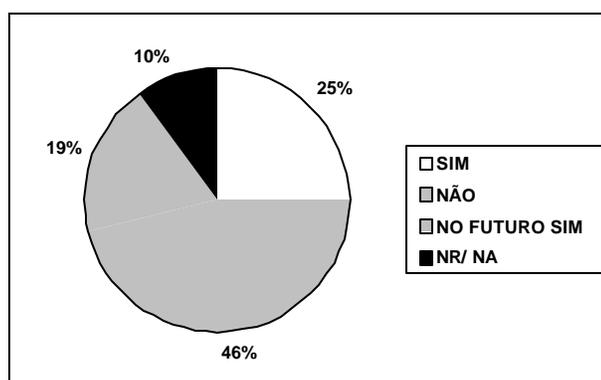


Figura 65: critérios de lógica dos programas computacionais é o pensamento do projetista à mão

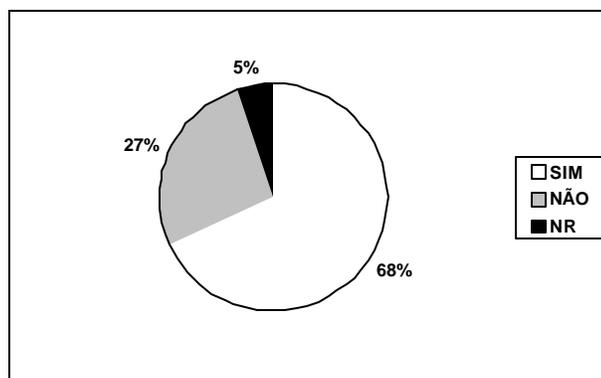


Figura 66: projetista deve dominar ferramentas computacionais

Contudo, o domínio da ferramenta não é suficiente. A formação em arquitetura, percorrendo disciplinas como, por exemplo, teoria e história arquitetônica e tecnologia construtiva, demonstra que um **cadista não pode substituir um projetista**. Arquitetura deve ser encarada como cultura e deve-se reconhecer uma infinidade de variáveis a serem levadas em consideração para a elaboração de um bom projeto (figura 67).

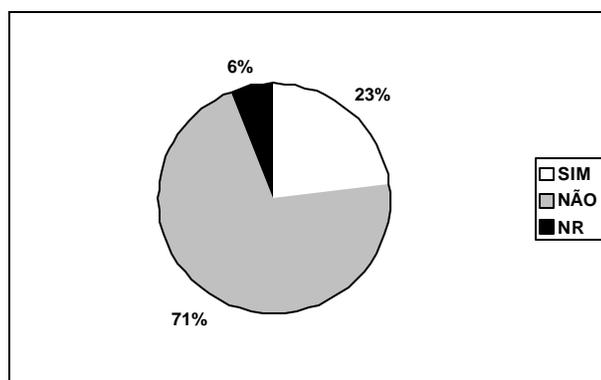


Figura 67: pessoa que domine o CAD, sem formação em arquitetura, pode substituir o profissional

Para um bom projeto, uma excelente apresentação gráfica agrega valor ao objeto projetado, e conforme os resultados demonstrados na figura 68, pode inclusive mascarar alguns problemas projetuais. Mas, conforme figura 69, não limita o trabalho do desenhista detalhista.

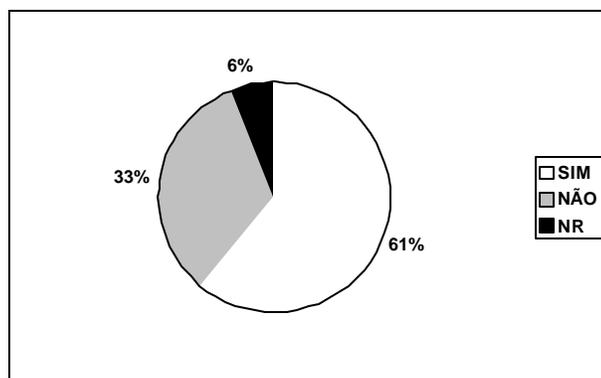


Figura 68: excelente apresentação gráfica, valendo-se de recursos computacionais **mascara** problemas de projeto

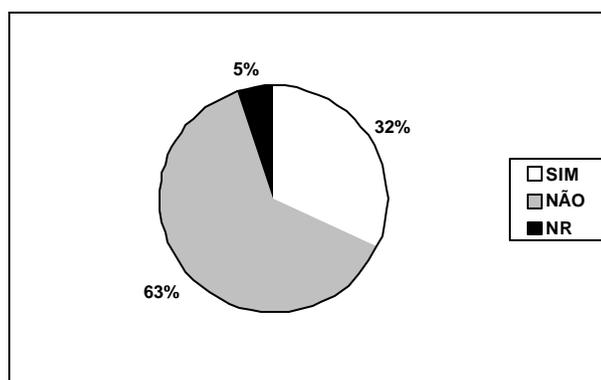


Figura 69: uso de CAD limita o trabalho do desenhista detalhista

No mundo atual, e porque não dizer, digital, as distâncias significam cada vez menos. A Internet é um meio de comunicação de massas, e entre os estudantes de arquitetura não deveria ser diferente. Espaços compartilhados onde diversos participantes coordenam as atividades cooperativas de projeto atingem igualmente 90% de respostas de alunos que desconhecem o termo projeto colaborativo (figura 70). A Extranet, tecnologia que utiliza a Internet para conectar grupos de pessoas, é desconhecida e jamais foi utilizada pelos estudantes respondentes (figura 71).

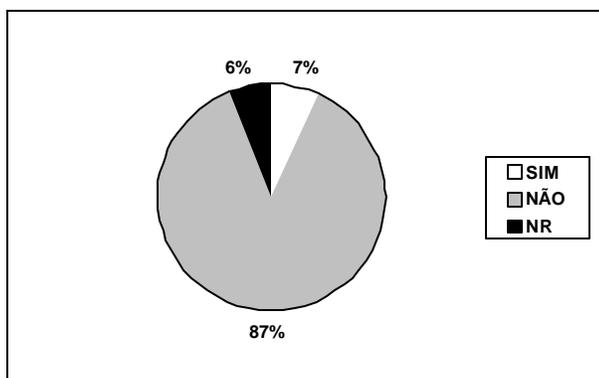


Figura 70: conhecimento de projeto colaborativo

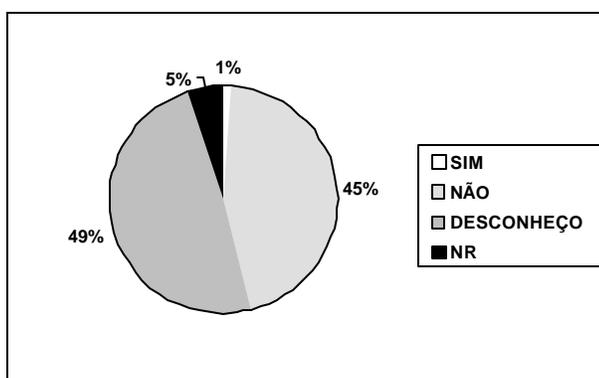


Figura 71: gerenciamento de projeto utilizando extranet

O uso de ambientes virtuais na educação arquitetônica pode apresentar inúmeras vantagens. Esta tecnologia ainda não é muito acessível, em breve poderá ser e, apesar de grande parte dos alunos já terem ouvido falar em RV, apenas 10% já tiveram alguma experiência pessoal (figura 72).

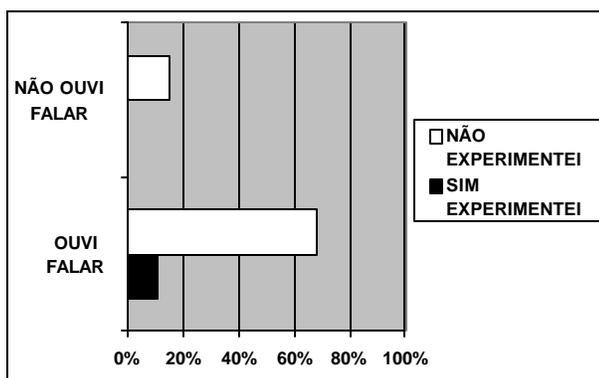


Figura 72: já ouviu falar ou teve alguma experiência pessoal com RV

A busca de dispositivos ou interfaces mais adequadas, que o mouse e o teclado, leva os arquitetos a equipamentos como as mesas digitalizadoras. Apesar de custo elevado permitem, de certa forma, uma melhor interação mente / lápis / desenho, com uma dinâmica mais próxima da desejada pelos arquitetos. Contudo, mais de 80% dos alunos nunca utilizou ou ouviu falar (figura 73).

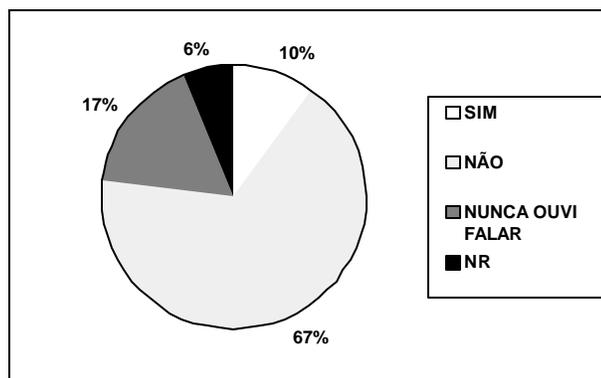


Figura 73: utilização de mesa digitalizadora

6.4 Considerações finais

Constatou-se que os sistemas computacionais ainda são subutilizados pelos estudantes de arquitetura, e que as disciplinas destes currículos levam a uma formação aquém da necessidade exigida pelos escritórios de arquitetura, onde o uso de recursos computacionais é corrente.

Os estudantes, para estarem adequados às necessidades do mercado de trabalho, além de completarem seu curso, necessitam superar as necessidades de aprendizagem de sistemas computacionais, muitas vezes adquiridas durante estágio ou em cursos extracurriculares.

Apesar disto, sabe-se que os próprios escritórios de projeto subutilizam os meios digitais e as tecnologias existentes. A maioria dos programas e equipamentos, de última geração, encontram-se disponíveis. Porém deve-se levar em consideração o alto custo para a real implantação e utilização de toda esta tecnologia. Além do fator financeiro, existe a exigência de mudanças internas profundas nas empresas ou escritórios dispostos a implantar e investir em TI.

Sendo assim, existem ainda muitos avanços a serem ainda incorporados no dia a dia do arquiteto. Desde o uso da Internet e correio eletrônico até a utilização de sofisticados programas CAD e realidade virtual, que otimizariam a representação e apresentação de projetos, sem falar nas inúmeras outras vantagens para todas as atividades envolvidas no trabalho do profissional. O uso de imagens renderizadas e do fotorrealismo poderiam representar os espaços e permitindo a investigação e aprofundamento nas decisões projetuais. As possibilidades de animações, modelagens e simulações de ambientes e objetos, contribuem para a apreensão de espaços a partir da criação de percursos em projetos concebidos tridimensionalmente.

Contudo, se o aluno já chega com um preparo defasado à prática profissional, fica sem condições de explorar os avanços da TI, e o exercício profissional tende a ficar prejudicado.

Dos três níveis de aplicação dos meios digitais no processo de projeto abordados nesta dissertação vemos que o computador vem sendo muito utilizado apenas como ferramenta de desenho. Em alguns casos, chega a fazer parte do processo, mas jamais é incentivado seu uso como ambiente exclusivo de projeção. Precisamos atingir um equilíbrio entre os meios manual e digital, acreditando que o método tradicional de desenho, em especial o uso de croquis para experimentar idéias e alimentar o processo criativo, não deve ser abandonado.

6.5 Sugestões para outros trabalhos

Investigações sobre questões do ateliê manual-digital são relatadas em experiências que poderiam ser realizadas em nossa realidade.

A inserção de computadores nos ateliês de projeto parece ser um passo no sentido de incorporar mais fortemente a tecnologia computacional à arquitetura. Para isto, seria importante que os professores de projeto conhecessem a gama de programas e suas lógicas para poderem orientar a melhor abordagem para cada etapa do processo projetual, alternâncias entre desenhos à mão e em seguida, o uso da máquina, desde o lançamento do partido geral, modelagem de volumes, até o desenho técnico.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. Prancheta cibernética – o arquiteto e a internet. **Revista Imagem Urbana – Revista Capixaba de Arquitetura, Urbanismo e Design**, ano 1, n. 2, p. 84–85, mai. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Manual de contratação dos serviços de arquitetura e urbanismo**. São Paulo, Editora Pini, 2000.

AUTODESK. Disponível em: <http://www.autodesk.com>. Acesso em: ago. 2002.

BAGNETTO, L. A. Back to the drawing board – a young designer stands by old techniques. In: **Architectural Record**, jan. 2001. Disponível em: <http://www.archrecord.com>. Acesso em: mai. 2001.

BERMÚDEZ, J. **La arquitectura y el ambiente digital: argumentos apoyando la necesidad de un programa de investigación sobre el cyberspacio**. University of Utah, 1997. Disponível em: <http://www.arch.utah.edu/people/faculty/julio/public.htm>
Acesso em: junho 2002.

_____. **The future in architectural education**. University of Utah, 1999. Disponível em: <http://www.arch.utah.edu/people/faculty/julio/public.htm>
Acesso em: junho 2002.

BERMÚDEZ, J.; STIPECH, A. Meios digitais, comunicacion y morfologia. In: **[Arquitetura + Informática]**, ano 1, n. 7, 2001. Disponível em: <http://www.novedadesenred.com>. Acesso em: 02 abr. 2002.

BRATKE, C. Da arquitetura. In: **Guia da 4ª. Bienal Internacional de Arquitetura**. São Paulo : ProLivros, 2000. p. 4.

BRITO, A. M. A. Você domina todas as ferramentas do CAD? In: **Jornal do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA/RS)**, Porto Alegre, p. 7, set. 2000.

_____. **Diretrizes e padrões para produção de desenhos e gestão do fluxo de informações no processo de projeto utilizando recursos computacionais**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CADERNO DE QUESTÕES DO PROVÃO 2002 – Sistema de Avaliação da Educação Superior - Arquitetura e Urbanismo, p. 16.

CALIL, R. O fim da prancheta. In: **Gazeta Mercantil**, São Paulo, jun. 2001. Caderno de fim de semana – Artes, p. 7.

CAVALCANTI, L. F. S. Simulações de ambientes virtuais em 3D ganha mais espaço com o 3D Studio Max. In: **Revista CADesign**, São Paulo, ano 5, n. 48, p. 28-34, abr. 1999.

CEJKA, J. **Tendencias de la arquitectura contemporánea**. 2. ed. México : Editorial Gustavo Gilli. 1996.

CHEN, C. C. As tecnologias multimídia. In: IBICT. **A informação e tendências para o novo milênio**. Brasília, 1999. p. 26-47.

CHING, F. D. K. **Arquitetura: forma, espaço e ordem**. São Paulo : Martins Fontes, 1998.

_____. **Representação gráfica em arquitetura**. 3. ed. Porto Alegre : Bookman, 2000. 192p.

COOPER, R.; PRESS, M. **The design agenda: a guide to successful design management**. England : Wiley Publishers, 1997.

CRONIN, B.; McKIM, G. Internet. In: IBICT. **A informação e tendências para o novo milênio**. Brasília, 1999. p. 63-79.

DORFMAN, B. R. O Guggenheim Museo Bilbao: proposta de reestruturação da paisagem. In: **Crítica na Arquitetura – V Encontro de Teoria e História da Arquitetura**. Porto Alegre : Editora Ritter dos Reis, 2001. p. 241-251.

DUARTE, F. **Arquitetura e tecnologias da informação: da revolução industrial à revolução digital**. São Paulo : FAPESP : Editora da UNICAMP, 1999.

EDWARDS, B. **Desenhando com o lado direito do cérebro**. 3. ed. Rio de Janeiro : Ediouro, 2002.

EL CROQUIS EDITORIAL. FRANK O. GEHRY: Museu Guggenheim Bilbao. Madri, v. 88-89, p. 37, 1998.

FARAGGI, A. Máquinas de projetar. In: **Revista Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, n.81, p.73-77, dez.jan., 1999.

FAYET, C. M. Encontros, debate e reflexão. In: **Guia da 4ª. Bienal Internacional de Arquitetura**. São Paulo : ProLivros, 2000. p. 3

FONSECA, W. B. Informática para arquitetos. In: **Almanarq: Publicação da Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas (FNA)**, São Paulo, 1998. p. 82-85.

FREITAS, H. **A informação como ferramenta gerencial**. Porto Alegre : Editora Ortiz, 1993.

FREITAS, H.; BECKER, J. L.; KLADIS, C. M.; HOPPEN, N. **Informação e decisão – sistemas de apoio e seu impacto**. Porto Alegre : Editora Ortiz, 1997.

FUÃO, F.; FROTA, J. A.; LEÃO, S. Um depoimento: Cláudio Araújo. In: **Arqtexto – Revista do Departamento de Arquitetura e do PROPAR**, UFRGS. Porto Alegre, v. 1, n. 0, p. 116-123, 1º. semestre, 2000.

FUJIOKA, P. Y. A IV Bienal de Arquitetura. In: **Guia da 4ª. Bienal Internacional de Arquitetura**. São Paulo : ProLivros, 2000. p. 11.

GOMES FILHO, J. **Gestalt do objeto: sistema de leitura visual da forma**. 2. ed. São Paulo : Escrituras Editora, 2000. 127p.

GRAVES, C. P. Jr. **Investigation of three-dimensional space: a computer exercise for first-year design studio**. Kent State University, 1992. Disponível em: <http://www.architronic.saed.kent.edu>. Acessado em: março 2002.

GRILO, L. M.; MONICE, S.; SANTOS, E. T.; MELHADO, S. Possibilidades de aplicação e limitações da realidade virtual na arquitetura e na construção civil. In: II SIBRAGEC, **Anais...** Fortaleza, 03 a 07 de setembro de 2001. Disponível em: http://alunospos.pcc.usp.br/leonardo.grilo/Pesquisas_realizadas.htm Acesso em: out. 2002.

GRILO, L. M.; MONICE, S. **A realidade virtual e a possibilidade de aplicação na construção: do projeto colaborativo à realidade ampliada**. São Paulo, 2000. Disponível em: http://alunospos.pcc.usp.br/leonardo.grilo/Pesquisas_realizadas.htm Acesso em: out. 2002.

HERTZBERGER, H. **Lições de arquitetura**. 2. ed. São Paulo : Martins Fontes, 1999.

LAWSON, B. **How designers think**. London: The Architectural Press, 1986.

LE GORRETA, R. Mi proceso de diseño. In: **Casas Internacional**, Madri, n. 73, p. 5, jul. 2000.

LOBACHEFF, G. Guggenheim Museum Bilbao. In: **Casa Vogue Brasil**, São Paulo, ed. 154, n. 2, p. 254-259, mar. 1998.

MAHFUZ, E. C. Os conceitos de polifuncionalidade, autonomia e contextualismo e suas conseqüências para o ensino de projeto arquitetônico. In: **Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação**. São Paulo : Editora Projeto, 1986.

_____. **Ensaio sobre a razão compositiva: uma investigação sobre a natureza das relações entre as partes e o todo na composição arquitetônica**. Belo Horizonte : AP Cultural, 1995. 176p.

_____. Crítica, teoria e história e a prática de projeto. In: **Crítica na Arquitetura – V Encontro de Teoria e História da Arquitetura**. Porto Alegre : Editora Ritter dos Reis, 2001. p. 283-288.

MARTÍNEZ, A. C. **Ensayo sobre el proyecto**. 3. ed. Buenos Aires : Editorial CP67, 1998.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DESPORTO. **Diretrizes curriculares gerais**. Portaria no. 1770, de 21 de dezembro de 1994.

MIZOGUCHI, G. B. A crise no ensino de arquitetura. **Revista Projeto**, São Paulo, n. 90, p. 81, ago. 1986.

MENDES, A. Informática para arquitetos: Macintosh ou Microsoft? In: **Revista Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, n. 82, p. 94-96, fev./mar., 1999.

MERLIN, I. A. S. Preferências pessoais na escolha de representações arquitetônicas: aspectos da formação do arquiteto. In: **Psicologia e projeto do ambiente construído: interfaces e**

possibilidades de pesquisa e aplicações. Rio de Janeiro : PROARQ-FAU/ UFRJ, 2000. p. 155-162.

MONTAGÚ, A. **Entre los procesos analógicos y digitales.** Argentina: Centro CAO (Creación Asistida por ordenador) FADU – UBA, 2001. Disponível em: <http://www.novedadesenred.com/numero.asp?articuloID=338>. Acesso em: 26 mar. 2002.

MOORE, N. A sociedade da informação. In: IBICT. **A informação e tendências para o novo milênio.** Brasília, 1999. p. 94-108.

MUÑOZ, L. La computación y el futuro de la profesión. [**Arquitectura+Informática**] ano 1, n. 5, 2001. Disponível em: <http://www.arquinea.com>. Acesso em: 20 mai. 2002.

NEGROPONTE, N. **A vida digital.** 2. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

NEMETSCHEK. Disponível em: <http://www.nemetschek.es>. Acesso em 12 jul. 2002.

NEUTELINGS, W. J. Blobs, pixels and push-up bras. In: **Arquitextos**, out. 2001. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br> Acesso em: out. 2001.

NOVITSKY, B. J. Changing the face of practice with digital technologies. In: **Architectural Record**, jun. 1998. Disponível em: <http://www.archrecord.construction.com> Acesso em: ago. 2000.

_____. The computer education received by today's architecture students may not provide them with the skills sought by employers. In: **Architectural Record**, apr. 1999. Disponível em: <http://www.archrecord.construction.com> Acesso em: ago. 2000.

OLIVEIRA, M. M. **Desenho de arquitetura pré-renascentista.** 1976. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Universidade Federal da Bahia. Salvador, 1976.

_____. **Conhecimento e projeto: o conceito de imitação como fundamento de um paradigma didático da arquitetura.** 1992. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

PAIVA, C.; PINTO, V. F. Arquitetura na era da informática. In: **Revista Projeto**, São Paulo, n. 161, p. 59-77, mar., 1993.

PEREIRA, M. A. Ensino de Arquitetura – um depoimento. In: **Arquitetura UFRGS – 50 anos de histórias.** Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2002. p. 60.

PEREIRA FILHO, A. A importância das atividades acadêmicas. In: **Jornal do Instituto dos Arquitetos do Brasil (IAB/RS)**, Porto Alegre, p. 9, mai./jun. 2000.

QUARONI, L. **Proyectar um edificio – ocho lecciones de arquitectura.** Madri : Xarait Ediciones, 1987.

REUNIÃO DO COMITÊ EXTERNO DE AVALIAÇÃO DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO, Belo Horizonte, 1999. **Relatório do processo de avaliação UFMG -** Universidade Federal de Minas Gerais, Pró-Reitoria de Graduação, Comissão Permanente de Avaliação.

REVISTA DO PROVÃO. Brasília, 2002. n. 7, p.19

RIO, V. Projeto de Arquitetura: entre criatividade e método. In: RIO, V. (org). **Arquitetura: pesquisa e projeto**. São Paulo : ProEditores; Rio de Janeiro : FAU UFRJ, 1998. p. 201-214.

ROCHA, I. A. M. **Os programas de computador e o processo de projeto na construção do conhecimento arquitetônico: analogia entre operadores computacionais e projetuais**. 1998. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Curso de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RODRIGUES, M. Gerenciamento eletrônico – construção virtual. In: **Revista Técnica**, São Paulo, n. 51, p. 30-35, mar./abr. 2001.

SALAMA, A. **New trends in architectural education: designing the design studio**. Raleigh/ Cairo, 1995. Disponível em: http://www.archnet.org/library/documents/one-document.tcl?document_id=6330. Acesso em mar. 2001

SAINZ, J. Desenho e Arquitetura - possíveis relações entre duas naturezas diversas. In: **Revista Projeto**, São Paulo, n. 180, p. 79-85, nov. 1994.

SAINZ, J.; VALDERRAMA, F. **Infografía y arquitectura: dibujo y proyecto asistidos por ordenador**. Madrid : Editorial Nerea, 1992.

SANZI, G. Tecnologia da Informação: como utilizar? In: **Jornal do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA/ RS)**, Porto Alegre, p. 8, dez. 2001.

SCHMITT, C. M.; HINKS, A. J. Estudo comparativo sobre a organização e aplicação de sistemas computacionais no sub-setor de edificações da construção civil no Brasil e no Reino Unido. In: **Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído (ENTAC 98) – Qualidade no processo construtivo**. Florianópolis : NPC/ ECV/ CTC/ UFSC, 1998. p. 107-115.

SCHMITT, C. M. **Por um modelo integrado de sistema de informação para a documentação de projetos de obras de edificação da indústria da construção civil**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo – um novo design para o ensino e a aprendizagem** Porto Alegre : Artmed, 2000. p. 12–134.

SCHREGA, A. C. Laboratório de computação gráfica. In: **Locus – Revista do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC/PR**, Curitiba, n. 3, p. 96-100, nov. 1999.

SILVA, E. **Arquitetura e Semiologia: notas sobre a impressão lingüística do fenômeno arquitetônico**. Porto Alegre: Sulina, 1985. p. 68-79.

_____. Sobre a renovação do conceito de projeto arquitetônico e sua didática. In: **Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação**. São Paulo : Editora Projeto, 1986.

_____. **Uma introdução ao projeto arquitetônico**. 2. ed. Porto Alegre : Ed. da UFRGS, 1991.

SIMAS, M. R.; GUERRERO. J. M. C. N. Trabalho sobre Extranets - Gestão de Processos na Construção Civil. Curso de Mestrado Profissionalizante, NORIE, PPGEC, UFRGS. Porto Alegre, mai. 2001. Disponível em: <http://www.gpro.com.br>. Acesso em: 19 jun. 2001.

TABLET. Disponível em: <http://www.johe.com>. Acesso em: dezembro de 2002.

WETHERBE, J. C. **Análise de sistemas**. Rio de Janeiro: Campus, 1987.

ZEVI, B. **Saber ver a arquitetura**. 3. ed. São Paulo : Martins Fontes, 1992. .

**APÊNDICE A – ESTUDO EXPLORATÓRIO:
QUESTIONÁRIO APRESENTADO PARA OS ALUNOS**

Dados Gerais

1. Nome e sobrenome:.....
2. Sexo: () F () M
3. Idade:.....
4. Telefone:.....
5. E-mail:.....
6. Home page:.....
7. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo em que o questionário está sendo aplicado:
() a. PUC () b. RITTER () c. UFRGS () d. ULBRA
8. Ano de ingresso:.....
9. Já cursou outra Faculdade de Arquitetura e Urbanismo? () a. Sim () b. Não
- Qual:.....
- Ano de Ingresso:.....
- Ano de mudança:.....
10. Disciplina em que o questionário está sendo aplicado:.....

Aluno

11. Você faz estágio em escritório de arquitetura?
() a. Sim
() b. Não
() c. Nunca fiz
() d. Já fiz, mas não estou fazendo no momento
12. Se você já fez ou está fazendo estágio em escritório de arquitetura, quanto tempo trabalhou ou trabalha?
() a. Menos de um ano
() b. Um ano
() c. Mais de um ano
() d. Outro:.....

20. Qual semestre do curso de arquitetura e urbanismo está cursando? (utilizar a disciplina de “Projeto de Edificação” como parâmetro)

- a. 3º. semestre
- b. 4º. semestre
- c. 5º. semestre
- d. 6º. semestre
- e. 7º. semestre
- f. 8º. semestre
- g. 9º. semestre
- h. 10º. semestre

21. Qual a etapa do processo de projeto que o uso de sistemas computacionais lhe parece mais conveniente? Numere de forma decrescente: (1=mais conveniente; 5=menos conveniente)

- Para desenhos 2d (plantas baixas, cortes, elevações, detalhes técnicos, etc).
- Para os croquis 3d (volumetria inicial, para estudo do lançamento do partido geral e estudo do modelo criado).
- Para os desenhos 3d (volumetria já bem definida, para visualização e apresentação do modelo criado).
- Para a documentação (memoriais e especificações, planilhas, etc) .
- Para a apresentação final (plantas mobiliadas, uso de cores e sombras, perspectivas ambientadas, etc).

Hardware e software

22. Qual a plataforma de trabalho que você utiliza:

Local	PC (Personal Computer)	Mac (Macintosh)	Não se aplica
a. Em casa			
b. No estágio			
c. Na faculdade			

23. Em função da grande variedade de programas de computação gráfica existentes no mercado, quais os critérios que você levaria em conta na hora da escolha do software? Numere de forma decrescente: (1=mais importante; 8=menos importante)

- Rapidez do programa
- Facilidade de aprendizagem
- Soluções a modelagens complexas
- Preço do software (custo-benefício)
- Recomendação de amigo ou colega
- Divulgação em revistas, jornais, etc.
- Pesquisa de mercado (o mais usado)
- Facilidade de compatibilização com outros softwares

24. Qual(is) o(s) sistema(s) de CAD que usa:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Archi_3D | <input type="checkbox"/> Archicad |
| <input type="checkbox"/> Architectural desktop | <input type="checkbox"/> Arquinauta |
| <input type="checkbox"/> Autocad | <input type="checkbox"/> Datacad |
| <input type="checkbox"/> FormZ | <input type="checkbox"/> Intellicad |
| <input type="checkbox"/> Minicad | <input type="checkbox"/> Não uso |
| <input type="checkbox"/> Turbocad | <input type="checkbox"/> Vectorworks |
| <input type="checkbox"/> Outro:..... | |

25. Qual(is) o(s) sistema(s) de renderização que usa:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 3d studio | <input type="checkbox"/> Arqcad |
| <input type="checkbox"/> Arquinauta | <input type="checkbox"/> Art-landis |
| <input type="checkbox"/> Formz | <input type="checkbox"/> Não uso |

Se você utiliza o computador nas atividades abaixo listadas, indique quais os respectivos softwares?

26. Projeto (criação, lançamento, etc):

software 1:.....

software 2:.....

27. Desenho (graficação, desenvolvimento, etc):

software 1:.....

software 2:.....

28. Processamento de texto:

software 1:.....

software 2:.....

29. Planilha eletrônica:

software 1:.....

software 2:.....

30. Outras atividades (cite a atividade):

software 1:.....

software 2:.....

40. Indique quais os serviços abaixo você terceirizaria:

- () Desenhos de plantas, cortes e fachadas (2D)
- () Maquetes digitais (modelos 3D)
- () Apresentação multimídia do projeto final
- () Capacitação e assessoramento especializado
- () Impressões e plotagens
- () Realidade virtual
- () Nenhum

41. Indique o que representa para você o uso de recursos computacionais. Numere de forma decrescente: (1=mais importante; 10=menos importante)

- () Economia de tempo
- () Economia de papel
- () Redução da equipe
- () Substituição da equipe
- () Aumento de produtividade
- () Agilidade na alteração de propostas
- () Mudança no processo de criação
- () Mudança no processo de desenho
- () Criação de uma nova estética
- () Padronização de elementos
- () Não uso

42. Fornecedores dos programas computacionais específicos para desenho defendem que os programas são baseados nos mesmos critérios de lógica e pensamento que utilizamos quando desenhamos a mão. Você concorda com esta afirmação?

- () a. Sim
- () b. Não
- () c. Não atualmente, mas no futuro esta afirmação poderá ser verdadeira
- () d. Não se aplica

43. Acredita ser eficiente apresentar um projeto de arquitetura mostrando-o através da internet?

- () a. Sim
- () b. Não

44. Já experimentou fazer uma apresentação de um projeto de arquitetura mostrando-o através da internet?

- () a. Sim
- () b. Não

45. Participa de reuniões on-line sobre assuntos de arquitetura?

- () a. Sim
- () b. Não

46. Você acredita que hoje, para um projetista ter destaque ele deve dominar as ferramentas de CAD?

- () a. Sim
- () b. Não

47. Você acredita que o CAD pode ser um limitador do desenhista detalhista?

- () a. Sim
- () b. Não

73. Você acredita que alguém que domine o CAD, sem a formação de arquiteto, pode tornar-se projetista?

a. Sim b. Não

48. Você acredita que um excelente apresentação gráfica, valendo-se de recursos computacionais pode “mascarar” problemas de projeto (questões de projeto: técnicas construtivas, funcionais ou compositivas)? a. Sim b. Não

Internet, Extranet e Realidade Virtual

Indique no quadro se você possui acesso à Internet:

	49. Residência	50. Estágio	51. Faculdade	52. Outro
a. Sim, pela linha telefônica convencional				
b. Sim, pela linha telefônica ADSL				
c. Sim, via rádio				
d. Sim, via cabo				
e. Sim, via fibra ótica				
f. Sim, mas não sei a conexão				
g. Sim, outro:.....				
h. Não				

53. Acessa sites relacionados com arquitetura, urbanismo e/ ou construção?

a. Sim, e utilizo várias informações disponíveis

b. Sim, mas não é muito útil

c. Não

Com que com freqüência você acessa a Internet?

	54. Correio eletrônico	55. Home pages e sites	56. Extranet	57. Outros
a. Todos os dias várias vezes				
b. Todos os dias uma vez				
c. Praticamente todos os dias				
d. Em torno de uma vez por semana				
e. Em torno de uma vez por mês				

58. Sabe o que é Projeto Colaborativo? a. Sim b. Não

59. Já utilizou Extranet para o gerenciamento de projetos?

a. Sim b. Não c. Desconheço esta tecnologia

60. Já ouviu falar em RV (Realidade Virtual)? a. Sim b. Não

61. Já teve alguma experiência pessoal com RV? () a. Sim () b. Não
 Se a resposta acima foi afirmativa, detalhe a situação:

62. Já utilizou uma mesa digitalizadora?
 () a. Sim () b. Não () c. Nunca ouvi falar

Ateliê de projeto

63. Onde ocorrem as aulas das disciplinas de “Projeto de Edificação” (ou “Prática de Projeto”):

- () a. Em um ateliê somente com mesas de desenho.
 () b. Em um laboratório de computação sem prancheta de desenho.
 () c. Em um ambiente com mesas de desenho e microcomputadores.
 () d. Outro:.....

64. Como estão estruturadas as aulas de Projeto:

- () Com assessoramento dos projetos com meios tradicionais
 () Com assessoramento dos projetos com meios informatizados
 () Com aulas expositivas (carga teórica e técnica-construtiva e discussões formais-compositivas)
 () Com painéis de amostragem (crítica indireta)
 () Com discussão de texto sobre arquitetura
 () Outro:.....

65. Você desenvolve seus projetos em aula?

- () a. Sim, com desenhos à mão ou com auxílio de instrumentos de desenho
 () b. Sim, com CAD
 () c. Não

66. Se a resposta acima for positiva, passe para a questão 67. Caso contrário, indique porque os alunos não desenvolvem seus projetos no horário de aula no ateliê:

- () Falta de incentivo dos professores
 () Dificuldade de concentração
 () Inexistência de ferramentas de desenho
 () Inexistência do computador
 () Outros:.....

Qual a postura adotada pelos professores da disciplina quanto ao uso de CAD nas etapas do processo de projeto:

	67. Partido Geral	68. Estudo Preliminar	69. Anteprojeto	70. Detalhamento	71. Entrega final
a. Professores permitem e incentivam					
b. Professores permitem mas não incentivam					
c. Professores proibem					
d. Professores exigem o uso					
e. Outros					

72. Nas últimas décadas os recursos da informática vêm sendo utilizados como importantes ferramentas para a arquitetura, o urbanismo e o paisagismo. A precisão dos recursos da informática:

- a) permite a concepção de projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo através do uso exclusivo do computador.
- b) vem intervindo na pesquisa plástica e formal, modificando a concepção arquitetônica, urbanística e paisagística contemporânea.
- c) é incipiente no que se refere aos processos de produção de imagens aerofotogramétricas.
- d) é incipiente na visualização simultânea dos projetos complementares ao arquitetônico, urbanístico e paisagístico.
- e) é questionável no que concerne aos meios de produção de originais de arquitetura, urbanismo e paisagismo.

**APÊNDICE B – ESTUDO EXPLORATÓRIO:
QUESTIONÁRIO APRESENTADO PARA OS PROFESSORES**

Dados Gerais

1. Nome e sobrenome:.....
2. Sexo: () F () M
3. Idade:.....
4. Telefone:.....5. E-mail:.....
6. Home page:.....
7. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo em que o questionário está sendo aplicado:
 () a.PUC () b.RITTER () c.UFRGS () d.ULBRA
8. Ano da formatura:.....
9. Leciona em outra(s) Faculdade(s) de Arquitetura e Urbanismo?
 () a.PUC () b.RITTER () c.ULBRA () d.UFRGS
 () e. Outra:
 () f. Não
- Disciplina em que está sendo aplicado:.....

Professor e/ou profissional atuante no mercado

11. Qual a sua atuação no mercado:
 () a. Somente atividade acadêmica.
 () b. Atividade acadêmica e no mercado profissional no desenvolvimento de projetos.
 () c. Atividade acadêmica e no mercado profissional no desenvolvimento de projetos e execução de obras.
 () d. Atividade acadêmica e no mercado profissional na execução de obras.
 () e. Atividade acadêmica e outra atividade:.....
12. Selecione as instituições as quais é associado:
 () CREA (Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia)
 () IAB (Instituto dos Arquitetos do Brasil)
 () ASBEA (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura)
 () AIA (Associação de Arquitetos de Interiores)
 () Sindicato dos arquitetos
 () Sindicato dos professores
13. Quais os boletins que recebe periodicamente via e-mail:
 () AIA () ARQUINEA
 () ARQUITOOLS () ASBEA
 () CREA () GRUPO D
 () IAB () SINDICATO(S)
 () TECTO () VITRUVIUS
 () Nenhum
 () Outros:

14. Onde aprendeu a utilizar recursos computacionais:

- () a. Em casa (sozinho, com a prática, cfe. a necessidade)
 () b. Na faculdade – em disciplina(s) curricular(es)
 () c. No escritório (com a prática, cfe. a necessidade)
 () d. Em curso especializado
 () e. Outros
 () f. Não sou usuário

15. Você sabe utilizar sistemas CAD? () a. Sim () b. Não

16. Como você se classifica quanto ao uso de sistemas CAD:

- () a. Sei utilizar e utilizo efetivamente recursos computacionais na apresentação dos meus trabalhos profissionais.
 () b. Sei utilizar, utilizo pessoalmente, e tenho uma equipe que domina recursos computacionais.
 () c. Sei utilizar, não utilizo pessoalmente, e tenho uma equipe que domina recursos computacionais.
 () d. Não sei utilizar e tenho uma equipe de trabalho que domina recursos computacionais.
 () e. Não sei utilizar e minha equipe de trabalho também não utiliza.

Há quanto tempo tem e utiliza recursos computacionais:

	17. Em casa:	18. No escritório:	19. Na faculdade:
a. - de 5 anos			
b. de 5 a 10 anos			
c. de 10 a 15 anos			
d. + de 15 anos			
a. Não sou usuário			
e. Não se aplica			

Se você não atua no mercado profissional como projetista, passe para a questão no.27.

20. Tipo de escritório:

- () a. Firma individual
 () b. Profissional(is) autônomo(s)
 () c. Sociedade anônima
 () d. Sociedade Ltda
 () e. Outros

21. Como melhor caracteriza sua equipe de trabalho:

- () Trabalho sozinho
 () Estagiários desenhistas
 () Estagiários cadistas
 () Estagiários perspectivistas
 () Projetistas que utilizam CAD
 () Projetistas que não utilizam CAD
 () Outros:.....

Cite um projeto arquitetônico recente de sua autoria:

22. Tema:	23. Período:	24. Metragem:
<input type="checkbox"/> a. Edificação residencial	<input type="checkbox"/> a. Há mais de três anos	<input type="checkbox"/> a. Menos de 100m ²
<input type="checkbox"/> b. Edificação comercial	<input type="checkbox"/> b. Entre dois e três anos	<input type="checkbox"/> b. Entre 100 e 500 m ²
<input type="checkbox"/> c. Edificação industrial	<input type="checkbox"/> c. Entre um e dois anos	<input type="checkbox"/> c. Entre 500 e 800m ²
<input type="checkbox"/> d. Interiores	<input type="checkbox"/> d. Há menos de um ano	<input type="checkbox"/> d. Entre 800 e 1000m ²
<input type="checkbox"/> e. Reforma	<input type="checkbox"/> e. Outro:.....	<input type="checkbox"/> e. Mais de 1000m ²

25. No projeto acima caracterizado indique a intensidade do uso de sistemas computacionais:

- a. Todo o projeto foi desenvolvido de maneira tradicional, com desenhos feitos à mão.
 b. A maior parte foi à mão, com o uso de computação em alguns momentos.
 c. A maior parte foi informatizada, com poucas atividades desenvolvidas à mão.
 d. A computação gráfica foi utilizada para “passar a limpo” as idéias definidas à mão.
 e. Todo o projeto foi desenvolvido de maneira informatizada.

26. Indique a quantos anos você atua como profissional projetista:

- a. Até 5 anos
 b. De 5 a 15 anos
 c. De 15 a 25 anos
 d. De 25 a 35 anos
 e. Mais de 35 anos

27. Indique a quantos anos você atua como professor de projeto de arquitetura:

- a. Menos de 5
 b. Menos de 15
 c. Menos de 25
 d. Menos de 35
 e. Mais de 35

28. Qual a etapa do processo de projeto que o uso de sistemas computacionais lhe parece mais conveniente? Numere de forma decrescente: (1=mais conveniente; 5=menos conveniente)

- Para desenhos 2d (plantas baixas, cortes, elevações, detalhes técnicos, etc).
 Para os croquis 3d (volumetria inicial, para estudo do lançamento do partido geral e estudo do modelo criado).
 Para os desenhos 3d (volumetria já bem definida, para visualização e apresentação do modelo criado).
 Para a documentação (memoriais e especificações, planilhas, etc).
 Para a apresentação ao cliente (plantas mobiliadas, uso de cores e sombras, perspectivas ambientadas, etc).

Hardware e software

29. Qual a plataforma de trabalho que você utiliza:

Local	PC (Personal Computer)	Mac (Macintosh)	Não se aplica
a. Em casa			
b. No escritório			
c. Na faculdade			

30. Em função da grande variedade de programas de computação gráfica existentes no mercado, quais os critérios que você levaria em conta na hora da escolha do software? Numere de forma decrescente: (1=mais importante; 8=menos importante)

- Rapidez do programa
- Facilidade de aprendizagem
- Soluções a modelagens complexas
- Preço do software (custo-benefício)
- Recomendação de amigo ou colega
- Divulgação em revistas, jornais, etc.
- Pesquisa de mercado (o mais usado)
- Facilidade de compatibilização com outros softwares

31. Qual o sistema de CAD que usa:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Autocad | <input type="checkbox"/> Datacad |
| <input type="checkbox"/> Intellicad | <input type="checkbox"/> Turbocad |
| <input type="checkbox"/> Arquinauta | <input type="checkbox"/> Minicad |
| <input type="checkbox"/> Vectorworks | <input type="checkbox"/> Archicad |
| <input type="checkbox"/> FormZ | <input type="checkbox"/> Archi_3D |
| <input type="checkbox"/> Architectural desktop | <input type="checkbox"/> Não uso |
| <input type="checkbox"/> Outro:..... | |

32. Qual o sistema de renderização que usa:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 3d studio | <input type="checkbox"/> Art-landis |
| <input type="checkbox"/> Arquinauta | <input type="checkbox"/> Formz |
| <input type="checkbox"/> Arqcad | <input type="checkbox"/> Não uso |

Se você utiliza o computador nas atividades abaixo listadas, indique e quais os respectivos softwares?

33. Projeto (criação, lançamento, etc):

software 1:.....

software 2:.....

34. Desenho (graficação, desenvolvimento, etc):

software 1:.....

software 2:.....

35. Processamento de texto:

software 1:.....

software 2:.....

36. Planilha eletrônica:

software 1:.....

software 2:.....

37. Outras atividades (cite a atividade):

software 1:.....

software 2:.....

48. Indique o que representa para você o uso de recursos computacionais.

Numere de forma decrescente: (1=mais importante; 10=menos importante)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Economia de tempo | <input type="checkbox"/> Economia de papel |
| <input type="checkbox"/> Redução da equipe | <input type="checkbox"/> Substituição da equipe |
| <input type="checkbox"/> Aumento de produtividade | <input type="checkbox"/> Agilidade na alteração de propostas |
| <input type="checkbox"/> Mudança no processo de criação | <input type="checkbox"/> Mudança no processo de desenho |
| <input type="checkbox"/> Criação de uma nova estética | <input type="checkbox"/> Padronização de elementos |
| <input type="checkbox"/> Não uso | |

49. Fornecedores dos programas computacionais específicos para desenho defendem que os programas são baseados nos mesmos critérios de lógica e pensamento que utilizamos quando desenhamos a mão. Você concorda com esta afirmação?

- a. Sim
 b. Não
 c. Não atualmente, mas no futuro esta afirmação poderá ser verdadeira
 d. Não se aplica

50. Acredita ser eficiente apresentar um projeto de arquitetura mostrando-o através da internet?

- a. Sim b. Não

51. Já experimentou fazer uma apresentação de um projeto de arquitetura mostrando-o através da internet? a. Sim b. Não

52. Participa de reuniões on-line sobre assuntos de arquitetura? a. Sim b. Não

53. Você acredita que hoje, para um projetista ter destaque ele deve dominar as ferramentas de CAD? a. Sim b. Não

54. Você acredita que o CAD pode ser um limitador do desenhista detalhista?

- a. Sim b. Não

55. Você acredita que alguém que domine o CAD, sem a formação de arquiteto, pode tornar-se projetista? a. Sim b. Não

56. Você acredita que um excelente apresentação gráfica, valendo-se de recursos computacionais pode “mascarar” problemas de projeto (questões de projeto: técnicas construtivas, funcionais ou compositivas)? a. Sim b. Não

Internet, Extranet e Realidade Virtual

Indique no quadro se você possui acesso à Internet:

	57.Residência	58.Escritório	59.Faculdade	60.Outro
a. Sim, pela linha telefônica convencional				
b. Sim, pela linha telefônica ADSL				
c. Sim, via rádio				
d. Sim, via cabo				
e. Sim, via fibra ótica				
f. Sim, mas não sei a conexão				
g. Sim, outro:.....				
h. Não				

61. Acessa sites relacionados com arquitetura, urbanismo e/ ou construção?

- () a. Sim, e utilizo várias informações disponíveis
 () b. Sim, mas não é muito útil
 () c. Não

Com que com frequência você acessa a Internet?

	62. Correio eletrônico	63. Home pages e sites	64. Extranet	65. Outro
a. Todos os dias várias vezes				
b. Todos os dias uma vez				
c. Praticamente todos os dias				
d. Em torno de uma vez por semana				
e. Em torno de uma vez por mês				

66. Sabe o que é Projeto Colaborativo? () a. Sim () b. Não

67. Já utilizou Extranet para o gerenciamento de projetos? () a. Sim () b. Não () c. Desconheço

68. Já ouviu falar em RV (Realidade Virtual)? () a. Sim () b. Não

69. Já teve alguma experiência pessoal com RV? () a. Sim () b. Não

70. Você já utilizou uma mesa digitalizadora? () a. Sim () b. Não () c. Nunca ouvi falar

Ateliê de projeto

71. Onde ocorrem as aulas das disciplinas de “Projeto de Edificação” (ou “Prática de Projeto”):

- () a. Em um ateliê somente com mesas de desenho.
 () b. Em um laboratório de computação sem prancheta de desenho.
 () c. Em um ambiente com mesas de desenho e microcomputadores.
 () d. Outro:.....

72. Como estão estruturadas as aulas de Projeto:

- () Com assessoramento dos projetos com meios tradicionais
 () Com assessoramento dos projetos com meios informatizados
 () Com aulas expositivas (carga teórica e técnica-construtiva e discussões formais-compositivas)
 () Com painéis de amostragem (crítica indireta)
 () Com discussão de texto sobre arquitetura
 () Outro:.....

73. Os alunos desenvolvem seus projetos em aula?

- () a. Sim, com desenhos à mão ou com auxílio de instrumentos de desenho
 () b. Sim, com CAD
 () c. Não

74. Se a resposta acima for positiva, passe para a questão 75. Caso contrário, indique porque os alunos não desenvolvem seus projetos no horário de aula no ateliê:

- () Falta de incentivo dos professores
 () Dificuldade de concentração
 () Inexistência de ferramentas de desenho
 () Inexistência do computador
 () Outros:.....

Qual a postura adotada pelos professores da disciplina quanto ao uso de CAD nas etapas do processo de projeto:

	75. PG	76. EP	77. AP	78. DET	79. EF
a. Professores permitem e incentivam					
b. Professores permitem mas não incentivam					
c. Professores proíbem					
d. Professores exigem o uso					
e. Outros					

80. Nas últimas décadas os recursos da informática vem sendo utilizados como importantes ferramentas para a arquitetura, o urbanismo e o paisagismo. A precisão dos recursos da informática:

- a) permite a concepção de projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo através do uso exclusivo do computador.
- b) vem intervindo na pesquisa plástica e formal, modificando a concepção arquitetônica, urbanística e paisagística contemporânea.
- c) é incipiente no que se refere aos processos de produção de imagens aerofotogramétricas.
- d) é incipiente na visualização simultânea dos projetos complementares ao arquitetônico, urbanístico e paisagístico.
- e) é questionável no que concerne aos meios de produção de originais de arquitetura, urbanismo e paisagismo.

**APÊNDICE C – TABULAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE NÃO
RESPOSTA PELOS PROFESSORES**

Este levantamento foi concebido e tabulado com a ajuda do software Le Sphinx. São apresentadas as tabelas de frequências de não-resposta de cada uma das 78 questões dos 48 respondentes.

Questão	NÃO RESPOSTA	
	Citações	Frequência
1- Sexo	19	40%
2- Idade	20	42%
4- Ano de formatura	21	44%
5 - Leciona em outra FAU	19	40%
7- Atuação profissional	19	40%
8- Instituições faz parte	19	40%
9- Boletins	20	42%
10- Aprendizado computador	20	42%
11- Aprendizado CAD	19	40%
12- Uso de CAD	20	42%
13- Tempo de uso casa	20	42%
14- Tempo de uso escrit	20	42%
15- Tempo de uso fau	20	42%
16- Tipo de escrit	25	52%
17- Equipe de trabalho	24	50%
18- Tema projeto autoria	24	50%
19- Período projeto autoria	27	56%
20- Metragem projeto autoria	26	54%
21- Intensidade uso comput	25	52%
22- Tempo de projetista	22	46%
23- Tempo de professor	20	42%
24- Etapa mais conveniente	30	63%
25- Plataforma em casa	20	42%
26- Plataforma no escritório	20	42%
27- Plataforma na FAU	20	42%
28- Critérios escolha softw	29	60%
29- Sistema CAD que usa	19	40%
30- Sistema render que usa	21	44%
36- Rede: Residência	23	48%
37- Rede: Escritório	23	48%
38- Rede: FAU	24	50%
39- Rede: Outro	24	50%
40- Entendimento de TI	34	71%
41- Finalidade de TI	31	65%
42- Padronização arquivos	20	42%
43- Frequência backup	20	42%
44- Tarefa e uso CAD	25	52%
45- Terceirização serviços	20	42%

Questão	NÃO RESPOSTA	
	Citações	Frequência
46- Representação uso CAD	31	65%
47- Critérios de lógica	23	48%
48- Projeto pela internet	21	44%
49- Apresentação por internet	22	46%
50- Reuniões on-line	19	40%
51- Projetista x CAD	19	40%
52- Desenhista detalhista	20	42%
53- Projetistaxcadista	19	40%
54- Apresentaçãoxmascarar	20	42%
55- Internet residência	19	40%
56- Internet escritório	19	40%
57- Internet FAU	19	40%
58- Internet outro	19	40%
59- Acesso a sites AEC	19	40%
60- Acesso e-mail	19	40%
61- Acesso homepages	19	40%
62- Acesso extranet	19	40%
63- Acesso outro	19	40%
64- Projeto colaborativo	19	40%
65- Uso de extranet	21	44%
66- Ouviu falar RV	19	40%
67- Experiência RV	19	40%
68- Mesa digitalizadora	20	42%
69- Onde ocorrem aulas	19	40%
70- Estrutura aulas	19	40%
71- Projetos em aula?	22	46%
72- Projetos em aula: pq não	39	81%
73- Postura uso CAD PG	21	44%
74- Postura uso CAD EP	22	46%
75- Postura uso CAD AP	21	44%
76- Postura uso CAD DET	21	44%
77- Postura uso CAD EF	21	44%
78- Provão do MEC	25	52%