



**Campus de São Carlos**

**Informática na integração projeto-produção:  
Processos construtivos flexíveis**

**Iana Alexandra Rodrigues Alves**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**



**ESCOLA DE ENGENHARIA  
DE SÃO CARLOS**

# **INFORMÁTICA NA INTEGRAÇÃO PROJETO-PRODUÇÃO: Processos Construtivos Flexíveis**

DEDALUS - Acervo - EESC



31100013529

**IANA ALEXANDRA RODRIGUES ALVES**

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

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Ricardo Martucci**



São Carlos  
1996

Class.	TESE
Curt.	0286
Tombo	186/96

*Alves, Iana*

*st 0745450*

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

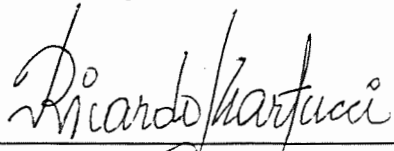
A474i      Alves, Iana Alexandra Rodrigues  
            Informática na integração projeto-produção :  
            processos construtivos flexíveis / Iana Alexandra  
            Rodrigues Alves. -- São Carlos, 1996.

            Dissertação (Mestrado). -- Escola de Engenharia  
            de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1996.  
            Orientador: Prof. Dr. Ricardo Martucci.

            1. Informática. 2. Flexibilidade. 3. Produção.  
            4. Integração. 5. Trabalho simultâneo. 6. Projeto.  
            I. Título

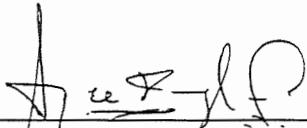
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Dissertação defendida e aprovada em 13-9-1996  
pela Comissão Julgadora:



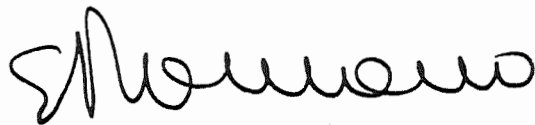
---

**Prof. Doutor RICARDO MARTUCCI - Orientador**  
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



---

**Prof. Doutor AZAEL RANGEL CAMARGO**  
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



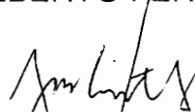
---

**Prof<sup>a</sup> Doutora ELISABETA ROMANO**  
(Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo)



---

Coordenador da área de "Tecnologia do Ambiente Construído"  
Prof. Dr. CARLOS ALBERTO FERREIRA MARTINS




---

Presidente da Comissão de Pós-Graduação  
Prof. Dr. JOSÉ CARLOS A. CINTRA

*“Nem um momento só negou-me o Seu olhar  
Nem quando eu dava dó negou-me o Seu amar  
Nem quando me omiti como se pudesse me esconder  
Nem mesmo quando não vi solução negou-me Sua mão”*

*Sérgio Pimenta*

*Aos meus pais: Antão e Joseni, professores  
incomparáveis de "Técnicas de Vida" e,  
verdadeiramente, meus orientadores por excelência.*



## Agradecimentos

A Deus, esse “paizão” maravilhoso, por Seu cuidado constante pra comigo e por me tornar capaz de vencer mais esta etapa.

Ao Neto, pela admiração, paciência e, principalmente, por seu jeito único de me incentivar em todo o tempo.

Ao Ricardinho, por “apostar” em mim desde o início e pelo carinho com o qual sempre me orientou.

Aos meus queridos: Márcio, Cris e Will, por tudo que aprendi nas nossas discussões dentro e fora do grupo ARCHTEC, pela amizade desenvolvida e pelos momentos super gostosos que passamos juntos.

A todo o pessoal do ARCHTEC e, em especial a Ana Lê e ao Fabiano, pela “mãozinha” nesta fase final do trabalho... muito obrigada!

A minha “pequena Lu”, por me secretariar nas horas de aperto, pela companhia e especialmente, pela amizade dedicada.

Agradeço a simpatia e disponibilidade de todos os funcionários do departamento de arquitetura e, em especial, ao Marcelinho, pela sua eficiência e prontidão em servir, além, é claro, das boas risadas que sempre me proporcionou.

A todos os membros da família Cury (Sr. Wilsom, D.Diana, Cláudia, Helder, Wilsinho e Cynthia), por terem me adotado...como sou grata a vocês!!!

A Anna Cristina e “CIA”, pelas festas, pelo carinho, pela amizade e, principalmente, pela disposição em ajudar.

As minhas queridas companheiras de “Canto e de Vida” do grupo KILTT, pelas orações e torcida constantes.

Enfim, aos amigos e professores da UFPb que sempre me incentivaram, a todos os colegas do mestrado e aos amigos que fiz durante estes anos, os quais, de alguma forma, certamente, contribuíram para que eu chegasse até aqui...valeu!

---

# SUMÁRIO



LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
<hr/>	
APRESENTAÇÃO	01
<hr/>	
CAPÍTULO I - Contextualização da Pesquisa	03
1.1. Introdução	03
1.2. Problemática	04
1.3. Objetivos	24
<hr/>	
CAPÍTULO II - Quadro de Referência Teórico	26
2.1. Introdução	26
2.2. Processos Construtivos	27
2.2.1. Sistemas Construtivos	27
2.2.2. Processos de Trabalho	28
2.2.3. Processos Construtivos Artesanais	29
2.2.4. Processos Construtivos Tradicionais	30
2.2.5. Processos Construtivos Tradicionais Racionalizados	31
2.2.6. Processos Construtivos Pré-fabricados	32
2.2.7. Processos Construtivos Industrializados	33
2.3. Flexibilidade	34
2.4. Processos Construtivos Flexíveis	38



2.5. Integração Projeto-Produção	41
2.5.1. Conceitos Básicos	41
2.5.1.1. Projeto do Produto	43
2.5.1.2. Projeto da Produção	48
2.5.2. Diretrizes para a Integração	54
2.6. A Informática e seu Ferramental	55
2.6.1. Breve Histórico	55
2.6.2. Terminologia	62
2.6.3. Computação Gráfica	64
2.6.3.1. Introdução à Compugrafia	64
2.6.3.2. Sistemas Gráficos	66
2.6.3.3. Hardware Gráfico	67
2.6.3.4. Aplicações	71
2.6.3.5. Aplicações no Setor de Edificações	73
2.6.4. Sistemas Especialistas	79
2.6.4.1. Aspectos Básicos	79
2.6.4.2. Base de Conhecimento	81
2.6.4.3. Máquina ou Motor de Inferência	84
2.6.4.4. Interface com o Usuário	85
2.6.4.5. Ferramentas de Desenvolvimento	86
2.6.4.6. Aplicações na Arquitetura e Engenharia	87
2.6.5. Banco de Informações	88
2.6.5.1. Introdução	88
2.6.5.2. Modelos de Dados	88
2.6.5.3. Projeto Lógico de Banco de Dados	90
2.6.5.4. Projeto Físico	91
2.6.5.5. Implementação	92
2.6.5.6. Aplicações	92
2.6.6. Multimídia	95
2.6.6.1. Conceituação	95
2.6.6.2. Hardware Multimídia	96
2.6.6.3. Softwares de Autoria	100
2.6.6.4. Diversidade de Aplicativos	102
2.6.7. Redes de Computadores	104
2.6.7.1. Introdução	104
2.6.7.2. Redes Locais de Computadores	107
2.6.7.3. Redes de Longa Distância	108
2.6.7.4. Redes e Projeto-Produção de Edificações	111

---

<b>CAPÍTULO III - Projeto x Produção: Integração Possível?</b>	<b>113</b>
3.1. Introdução	113
3.2. Fragmentação Profissional	115
3.3. Elaboração Integrada dos Projetos	118
3.4. Memória Construtiva	120
3.5. Coordenação de Projetos	122
3.6. Integração: uma necessidade	125

---

<b>CAPÍTULO IV - Informática: Instrumentalização Possível</b>	<b>128</b>
4.1. Introdução	128
4.2. Os Impactos Causados pelas Inovações Tecnológicas	131
4.3. Trabalho Simultâneo	143
4.3.1. Um Novo Paradigma: A Colaboração	144
4.3.2. Um Novo Conteúdo: A Informação	151
4.4. Informações em Trânsito	156
4.5. Panorama Geral	160
4.5.1. Principais Softwares e suas Aplicações	161
4.5.2. Aplicações Adicionais e Experiências de Escritórios	169
4.5.3. Experiências de Pesquisas: Universidades, Institutos de Pesquisa e Empresas Produtoras de Software	172
4.6. Possibilidade, Viabilidades, Compatibilidades, Potencialidades e Flexibilidades	178
4.6.1. Possibilidades Levantadas	178
4.6.2. Considerações Finais	180

---

<b>CONCLUSÕES</b>	<b>182</b>
-------------------	------------

---

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>185</b>
-----------------------------------	------------

---

---

<b>ANEXOS</b>	<b>191</b>
Anexo A - Racionalização do Produto quanto a sua Produção	192
Anexo B - Protótipo de uma Base de Conhecimento	197
Anexo C - Análise de um Protótipo de uma Base de Conhecimento	215
Anexo D - Banco de Informações	220
Anexo E - Estudos de Casos: Escritórios e Construtoras	235

---

<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	<b>244</b>
--------------------------------	------------

---

<b>GLOSSÁRIO</b>	<b>260</b>
------------------	------------

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Polarização da Sociedade.....	07
Figura 02 - Era da Informação: Reflexos das Mudanças.....	08
Figura 03 - Panorama Geral da Problemática Apresentada.....	22
Figura 04 - Dados armazenados em longas fitas perfuradas.....	57
Figura 05 - Jon Von Newman com o computador que desenvolveu..	59
Figura 06 - O primeiro transistor .....	60
Figura 07 - Computador dos anos 70.....	61
Figura 08 - Descrição ilustrada do hardware mais comum.....	63
Figura 09 - Animação que auxilia na avaliação de diferentes parâmetros como estrutura, materiais e cores.....	71
Figura 10 - Através da simulação de iluminação e cores, o cliente pode visualizar claramente como são as variações da aparência durante o dia e à noite.....	76
Figura 11 - Apartamento com vista para o mar simulada pelo software wavefront.....	76
Figura 12 - Modelagem feita no Autocad e animada com o 3D studio.....	77
Figura 13 - Estrutura de um S.E.....	86
Figura 14 - Ilustração das tecnologias que interligam toda a empresa e a coloca em contato com o mundo.....	111
Figura 15 - Elaboração Integrada de Projetos.....	119
Figura 16 - Banco de Tecnologia Construtiva.....	121

Figura 17 - Os arranjos das equipes de projeto segundo a forma tradicional e como equipe multidisciplinar.....	124
Figura 18 - Imagens de um projeto para residência: o wire-frame gerado em Autocad e a maquete eletrônica obtida por Eni Zimbarg com o software 3D Studio.....	138
Figura 19 - Filosofias de desenvolvimento do produto edificação.....	150
Figura 20 - Equipe multifuncional.....	150
Figura 21(a) - Integração Organizacional Corrente.....	155
Figura 21(b) - Integração Multifuncional.....	155
Figura 22 - CIRCLE Integration.....	156
Figura 23 - Simulações de iluminação de ambiente interno de um teatro e efeito pincel.....	165
Figura 24 - Edifício criado a partir de modelo eletrônico no Minicad.....	165
Figura 25 - Interior projetado com o auxílio do Autocad e renderizado com 3D.....	171
Figura 26 - Estudos preliminares para escolha de revestimento de pisos.....	171
Figura 27 - Pesquisas desenvolvidas no CIFE.....	172
Figura 28 - Capacete multimídia.....	175
Figura 29 - Estação de recepção do vídeo móvel.....	175
Figura 30 - Técnico no canteiro com equipamento móvel.....	175
Figura 31 - Layout de conexão dos equipamentos proposto pelo projeto BRICC.....	177
Figura 32 - Equipamentos de comunicação entre os profissionais do canteiro e do escritório. Projeto BRICC.....	177

---

## LISTA DE TABELAS



TABELA 01 - Aplicação: Projeto (concepção, desenho em 2D e 3D)	161
TABELA 02 - Renderização e Animação.....	164
TABELA 03 - Aplicação: Projetos Complementares.....	166
TABELA 04 - Aplicação: Planejamento da Produção.....	168
TABELA 05 - Aplicações adicionais e experiências em escritórios....	169
TABELA 06 - Aplicações Gerais.....	173
TABELA 07 - Pesquisas em Inteligência Artificial.....	174
TABELA 08 - Integração das atividades.....	176

---

## RESUMO



ALVES, Iana A.R. *Informática na Integração Projeto-Produção: Processos Construtivos Flexíveis*. São Carlos, 1996. 298p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo

Este trabalho está se propondo a discutir os principais problemas decorrentes da falta de integração entre as fases que se seguem, da concepção à execução de uma edificação, e questionar como os diversos recursos que a informática tem colocado à disposição dos profissionais das áreas de Arquitetura e Engenharia poderiam ser melhor utilizados para promover soluções para estes problemas. Dentro deste contexto, são especuladas as possibilidades de uso da informática e seus mais atuais recursos nas edificações concebidas e produzidas através de processos construtivos flexíveis. O uso destes instrumentos pode implicar algumas mudanças nas práticas profissionais, as quais se refletirão, em última análise, nos espaços produzidos. Nesse sentido, é apresentada uma matriz de descoberta ampla que caracteriza o panorama atual dos Softwares X Hardwares X Serviços prestados para o setor edificações. A partir deste quadro, pode ser desenvolvida uma discussão sobre as possibilidades oferecidas por estas ferramentas, diante das suas potencialidades e respectivas compatibilidades entre as mesmas. Pretende-se assim, reunir subsídios para inferir conclusões quanto à viabilidade de uso deste ferramental, e da flexibilidade apresentada tanto no seu uso, como nos espaços projetados e produzidos com o auxílio destes recursos.

Palavras-chave: Informática; integração; projeto; produção; flexibilidade, trabalho simultâneo.

---

## ABSTRACT



ALVES, Iana A.R. *Computer Science helps Design-Building Integration: Flexible Constructive Procedure*. São Carlos, 1996. 298p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo

This work intends to discuss main problems attributed to the lack of integration among the stages from design to construction on a building, and it studies how the large computer science facilities, used by several professionals in Architecture and Engineering fields, could be utilized in their best way to supply answers to the initial problems. Therefore, computer science employment possibilities and their present resources on buildings created and produced through the flexible constructive procedure are studied. Using those tools may implicate in professional practice some changes which will reflect the built spaces. In this way, this work shows a large picture of those tools, such picture describes present view of SOFTWARE X HARDWARE X SERVICE. So, it is necessary collect data to discover if those tools and flexibility introduced as on its use, as on produced and project spaces with that resources are worth.

Keywords: Computer Science; integration; design; building; flexibility, concurrent work.



---

## APRESENTAÇÃO



O presente trabalho de dissertação trata das questões relativas ao uso da informática como instrumento de integração entre as atividades de projeto e de produção de edificações, obtidas a partir de processos construtivos flexíveis. Dentro deste contexto são abordados alguns aspectos de considerada relevância, os quais estão dispostos em quatro capítulos estruturados da seguinte forma:

Inicialmente é apresentado um primeiro capítulo, basicamente de *contextualização* do tema que esse trabalho se propõe a discutir, de forma a apresentar a problemática envolvida, bem como os objetivos a serem alcançados.

Reconhecendo a importância de uma base conceitual para uma discussão consistente acerca da problemática apresentada, o segundo capítulo desta dissertação é inteiramente dedicado à elaboração de um *quadro de referência teórica*, no qual são apresentados de forma detalhada e ampla, todos os conceitos que envolvem o tema em questão. Tais conceitos englobam os aspectos referentes aos *processos construtivos*, à *integração projeto-produção* e ao *ferramental oferecido pela informática* nos dias atuais.

No terceiro capítulo, é abordado o problema da falta de integração entre as fases de concepção e execução das edificações, que se caracteriza por ser o objeto central deste trabalho. Neste sentido, são apresentados alguns dos principais fatores que implicam essa dificuldade de uma maior interação durante as etapas de trabalho envolvidas, bem

como são consideradas algumas diretrizes no sentido de encontrar soluções para a deficiência identificada no setor de edificações em geral.


Como instrumento para viabilizar esta integração, são apresentadas, no quarto capítulo deste trabalho, *as possibilidades oferecidas pela informática e seus recursos*. Alguns aspectos como as novas práticas de trabalho impostas por estas ferramentas informatizadas, bem como a flexibilidade oferecida por estes instrumentos, são percorridos durante esta abordagem.

Por fim, a partir de uma vasta coleta de dados sobre o assunto, é apresentado um quadro geral com informações acerca dos softwares, hardwares e suas aplicações no setor, de forma a estabelecer um panorama atual do grau de informatização dos profissionais, arquitetos e engenheiros, responsáveis pelo projeto e produção de edificações. Uma vez estabelecido este panorama, torna-se possível apontar perspectivas de utilização deste instrumental, como agentes integradores de uma série de atividades profissionais, extremamente fragmentadas e estanques que caracterizam o setor de produção de edifícios.

---

# CAPÍTULO I

## Contextualização da Pesquisa



### 1.1. Introdução

A observação da realidade sob a ótica de uma pesquisa científica deve ser capaz de identificar uma problemática específica, fazer um recorte da mesma e assim, delimitar os objetivos a serem alcançados através de tal observação. Deve-se considerar porém, as relações desta problemática com os fatos e acontecimentos que a cercam. Desta forma, para que os conceitos, as discussões e os experimentos que são apresentados neste documento sejam melhor entendidos, há uma contextualização da pesquisa, identificando a problemática a ser abordada como inserida em um contexto atual, maior e mais amplo desta temática, justificando assim, a relevância deste estudo. Com base na problemática apresentada, são apresentados os objetivos da pesquisa, que tratam das questões mais específicas que a mesma se propõe a discutir, enquanto um trabalho desenvolvido a nível de mestrado.

## 1.2. Problemática

*“... está decretada a morte da mão de obra despreparada. A informação, matéria-prima básica nos dias de hoje, deverá ser trabalhada por cada colaborador. Isso flexibilizará decisões, lançamentos, modificações nos produtos e serviços, tudo com muita velocidade para atender à rapidez da competitividade do século 21 (XAVIER e FRANCIATTO, 1996)”<sup>1</sup>*

Vivenciamos nos dias atuais, uma série de transformações políticas, sociais, culturais e econômicas em todo o planeta. As discussões acerca da *globalização da economia*, já deixam de ser apenas especulações de economistas visionários e passam a ser manchetes na maioria dos veículos de comunicação. As inovações tecnológicas nas telecomunicações, a descoberta da fibra ótica, as facilidades de transmissão de conhecimento, etc., imprimem à nossa época características que já são resumidas freqüentemente em único termo: vivemos na *Era da Informação*.

Por todos os lados, ouve-se falar na *era da informação*, mas o que especificamente este termo representaria? Uma época em que as distâncias geográficas tem “encolhido” com as possibilidades oferecidas pela comunicação via rede de computadores; um livro é escrito por seus autores localizados em países diferentes, sem que estes se encontrem pessoalmente sequer uma só vez; parcerias são estabelecidas com transferência de tecnologias entre empresas, desenvolvendo produtos simultâneos em continentes opostos; e tantos outros exemplos mais que demonstram que a informação já é considerada por muitos, a *matéria-prima básica* da atualidade. Nessa era prevalece quem detém o

<sup>1</sup> XAVIER, Ricardo A. P. e FRANCIATTO, Claudir. Mão de obra sem preparo está com os dias contados. In: O Estado de São Paulo, p. D3. São Paulo, 14 de janeiro de 1996.

conhecimento gerador dos avanços tecnológicos em detrimento dos próprios avanços.

São estes avanços científicos que presenciamos de forma acelerada no nosso tempo, que tem determinado uma mudança na forma de pensar a pesquisa científica. A introdução da máquina na história da humanidade, por exemplo, perpassa por formas diferentes de instrumentalização do saber humano. Num primeiro momento a máquina se apresenta como um instrumento de transformação dos movimentos (Ex.: alavanca, roldana, máquina de tecer), em seguida ela se torna um meio de produção, um instrumento de transformação de energia (Ex.: máquina a vapor, motor elétrico), e no nosso tempo ela se apresenta como um instrumento de processamento da informação (Ex.: computadores, calculadoras).

Ao estabelecer um paralelo entre a era da informação e a era industrial, o ativista político-social americano Jeremy Rifkin expõe sua opinião:

“... a era industrial baseou-se no trabalho em massa para a produção de bens e serviços. A era da informação baseia-se no uso de uma pequena elite da força de trabalho altamente qualificada e equipada com sofisticadíssimos computadores e outras tecnologias, formando o que chamo de setor do conhecimento. (...) Haverá novos empregos, mas no setor do conhecimento. Esta é a era da informação (RIFKIN, 1996)”.<sup>2</sup>

Nesta *era da informação* as perspectivas de uma multidisciplinaridade nas pesquisas científicas são inevitáveis e a troca, junção ou superposição de informações entre diferentes disciplinas darão o *tom* dos discursos científicos.

Pode-se perceber uma nova revolução provocada pela automação, pela telecomputação e pela globalização de mercados. As pesquisas científicas em todas as áreas do domínio humano são, com o passar do

---

<sup>2</sup> RIFKIN, Jeremy. “Era da Informação enterra sonho de paraíso”. In: O Estado de São Paulo, p. D5. São Paulo, 14 de Janeiro de 1996.

tempo, mais e mais interdisciplinares, cruzamentos de informações obtidas a partir de diversos conhecimentos específicos, produzindo novos conhecimentos.

A penetração da ciência no nosso cotidiano muitas vezes não é percebida, mas ela se manifesta através dos objetos que utilizamos, que são de alguma forma, produtos da tecnologia e da técnica, visto que:

“Toda proeza técnica reflete um avanço do conhecimento científico, mesmo se a natureza e a força desse laço continuem sendo um mistério para a maioria (GRANGER, 1994:17)”<sup>3</sup>.

A sociedade atual tem estimulado esta “busca à informação”. Os indivíduos que a compõem, tentam se manter atualizados a todo custo. Na tentativa de acompanhar esta evolução, eles tem lançado mão de produtos que facilitem o seu cotidiano, atendendo as necessidades impostas por estas novas interações. Segundo MORIN (1993):

“(...) a sociedade humana só existe nas e pelas interações entre os humanos. A sociedade que emerge dessas interações retroage sobre os indivíduos (MORIN, 1993:91)”<sup>4</sup>.

Automóveis de todos os estilos e marcas, diversos tipos de eletrodomésticos, microcomputadores, telefones celulares, entre muitos outros, constituem os bens de consumo que são considerados cada vez mais indispensáveis para esta sociedade. Estes consumidores “bem informados” tornam-se rapidamente mais exigentes e a busca pela qualidade destes produtos em todos os setores de produção da economia já é uma realidade.

A popularidade da Internet, maior rede mundial de informações, o número de usuários de computadores crescente, a multidisciplinaridade das pesquisas neste chamado “setor do conhecimento” (o qual, ainda não

---

3 GRANGER, Gilles Gaston. *A Ciência e as Ciências*. Tradução de Roberto Leal Ferreira. Editora Unesp, São Paulo, 1994.

4 MORIN, Edgar et al. In: PESSIS-PASTERNAK, Guita. *Do Caos à Inteligência Artificial: quando os cientistas se interrogam*. Tradução de Luiz Paulo Rouanet, Editora Unesp, São Paulo, 1993.

possui contornos muito bem definidos, estabelecendo diversas intersecções com outros setores) e estas maiores exigências de qualidade impostas pelos indivíduos, são apenas algumas das características desta nova *Sociedade da Informação*. A polarização desta sociedade, determinada pela possibilidade de acesso à informação, torna-se inevitável (Fig. 1).

Seguindo a “lógica da fortuna”, seguramente, os países mais ricos serão os mais informatizados e conseqüentemente os de maiores chances competitivas no mercado mundial.

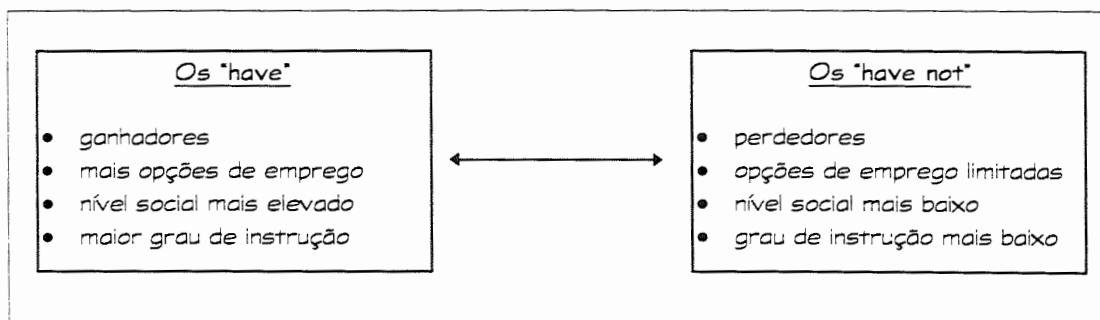


Figura 1 - Polarização da Sociedade

Esta polarização é apenas um dos muitos riscos advindos desta nova era, que já podem ser apontados. Recentemente uma das revistas de maior tiragem nacional, publicou uma edição especial sobre a introdução do computador no cotidiano dos brasileiros. Nesta edição, foram abordados alguns destes riscos como a *tecnofobia*, ou inibição causada pela informática, que tem impedido muitos dos profissionais de acompanharem a evolução desta sociedade. Os equipamentos e programas cada vez mais avançados, podem imprimir uma repulsa em muitos, dificultando a reciclagem dos atuais profissionais para atender a esta nova demanda.

Desvincular-se de práticas antigas e incorporar novas práticas não parece tão simples para estes *tecnóforos*. Os mais novos parecem adquirir uma maior empatia, uma maior familiarização com estes avanços, talvez

por este motivo um grande número dos usuários da Internet no Brasil pertençam à faixa etária adolescente.

Parece-nos certo que esta sociedade em constante mutação, devido a velocidade com que tem absorvido as informações nos mais diversos níveis, reflita estas mudanças nas interações com o espaço arquitetônico que ela ocupa. Tais interações podem ser observadas sob o ponto de vista do uso e manutenção destes espaços, bem como da forma de concepção e produção dos mesmos (Fig. 2).

O produto edificação também tem sido questionado por esta sociedade. O setor parece despertar um pouco atrasado para os avanços tecnológicos em geral. Os espaços produzidos não refletem muitas vezes esta contemporaneidade, nem muito menos as técnicas utilizadas na execução dos mesmos, parecem fazer uso de toda esta facilidade de acesso e tratamento das informações, capazes de produzir inovações consideráveis.

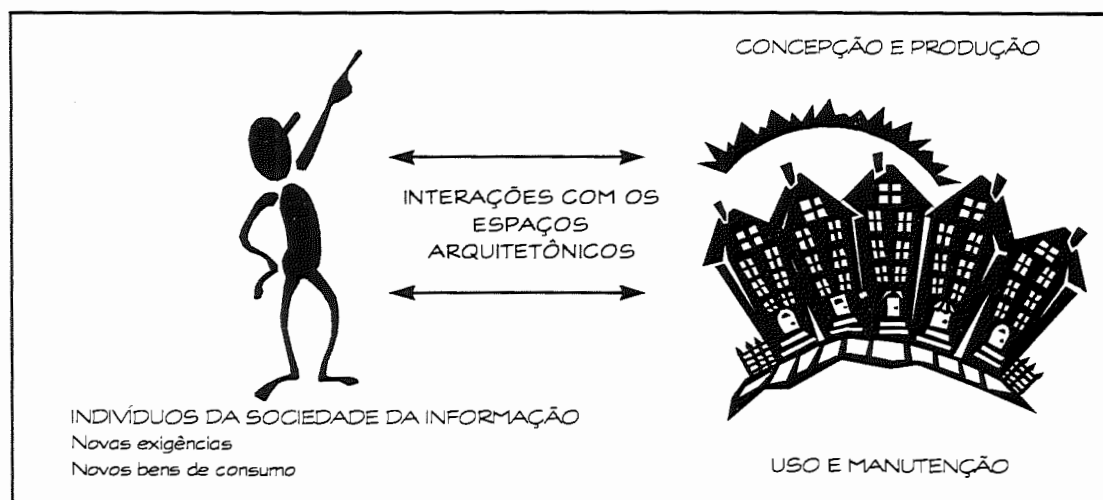


Figura 2 - Era da Informação: reflexos das mudanças

O que muda para quem projeta e/ou produz estas edificações? Como instrumentalizar o projeto e a produção destas edificações? Quais as mudanças identificadas no tipo de espaço produzido? Ou melhor, quais as exigências de espaço desta sociedade? A identificação de tais exigências



pode ser verificada através dos problemas que estes indivíduos tem encontrado no decorrer do uso destas edificações e nas dificuldades de manutenção das mesmas.

Avaliações Pós-Ocupação (APO), Domótica, Edifícios Inteligentes, Racionalização das Construções, Qualidade na Construção Civil, Custos de Manutenção previstos em Projeto, Informática na Arquitetura e Construção, etc. parecem discussões que se apresentam nos nossos dias, (algumas com mais intensidade e há mais tempo que outras), como reflexo destas interações.

Dentro deste contexto, algumas tendências no setor de edificações podem ser observadas. A tendência nos edifícios destinados à escritórios, por exemplo, tem sido na direção da concepção de espaços abertos tanto para as funções de direção, como nos departamentos. O gerente de um grande escritório de consultoria justifica essa tendência da seguinte forma:

“(...) o fim das paredes divisórias só tem sentido se for parte da mudança da cultura e forma de gestão da empresa. (...) A quebra dessas barreiras resulta de duas grandes mudanças neste fim de século: a disseminação da tecnologia da informação e os novos conceitos de estrutura da empresa baseados em trabalho em equipes multidisciplinares e com níveis hierárquicos. (...) Na nova simbologia do poder, não é a sala que importa, mas o domínio da informação (TRASSATI, 1996)”<sup>5</sup>

Edifícios destinados à ocupação por escritórios, prevêm flexibilidade de Layout para uma melhor disposição dos funcionários; escolas exigem salas destinadas a laboratórios informatizados; habitações são reformadas aos montes na busca de uma adaptação ao uso, ou simplesmente por necessidades de manutenção. Na era da informação, novas tecnologias são utilizadas na tentativa de reduzir custos e cumprir

---

<sup>5</sup> TRASSATI, Sidney R. Entrevista concedida a SOUZA, Maria T. de. Caem as divisórias no ambiente de trabalho. In: O Estado de São Paulo, p. J-1, caderno de empregos, 14 de Janeiro de 1996.

prazos de execução, promovendo também, simultaneamente, melhoria na qualidade final do produto obtido.

Mais qualidade, aliada à uma redução de custos e ao melhor cumprimento de prazos de execução, parecem palavras de ordem em um país como o Brasil, onde o poder aquisitivo da maioria da população diminui, ao passo que o valor atribuído ao m<sup>2</sup> construído aumenta. E no que diz respeito às edificações habitacionais, estes requisitos são mais gritantes, devido ao enorme déficit habitacional que o nosso país apresenta.

De acordo com MARTUCCI (1990):

“As edificações habitacionais estão associadas a três famílias básicas de processos produtivos, através dos quais o usuário pode adquiri-las: I - O usuário constrói a sua própria casa: auto-construção (auto-ajuda ou ajuda-mútua); II - O usuário compra a casa pronta; III - O usuário encomenda a casa “sob medida”, contrata a elaboração dos projetos e a execução da obra, compra materiais, contrata mão de obra, etc. (MARTUCCI, 1990:206).”<sup>6</sup>

Seja qual for a forma pela qual o usuário adquire sua habitação, até mesmo nos casos em que o produto edificação é alugado por algum tempo predeterminado em contrato, este espaço arquitetônico é de certa forma adaptado às necessidades de uso deste usuário.

A funcionalidade de uma cozinha, por exemplo, pode ser reflexo da quantidade de aparelhos domésticos que o usuário possui, e da disposição dos mesmos no espaço oferecido. A cada dia é mais freqüente, por exemplo, o uso da “copa - cozinha” que pode ser verificada como a junção de dois ambientes em um espaço onde, muitas vezes, mal caberia um dos mesmos.

As pessoas reformam freqüentemente suas casas ou apartamentos e muitas vezes, a manutenção destes, se torna algo caro e complicado.

---

<sup>6</sup>MARTUCCI, Ricardo. Projeto Tecnológico para Edificações Habitacionais: utopia ou desafio? Tese de Doutorado. FAU-USP, São Paulo, 1990.

Quebram-se paredes inteiras à procura de um vazamento nas instalações hidráulicas, sem mencionar as *gambiarrras*, adaptações caseiras sem nenhum acompanhamento técnico, que normalmente são feitas para a instalação de um novo ponto de luz, ou de tomada.

Toda esta discussão aponta para uma tendência do setor de edificações habitacionais em geral: a *Flexibilidade*. Esta tendência embora atual, remonta de uma discussão antiga do período moderno, quando este termo começa a ser introduzido na arquitetura, em resposta às demandas diferenciadas de edificações e particularmente de habitações.

Nos dias atuais, fala-se em grandes edifícios que oferecem um sistema de “layout livre” para que o comprador do imóvel possa opinar antes da finalização de sua execução. Sistemas construtivos ditos *flexíveis* são propostos, com opções de manutenção das instalações extremamente facilitadas, além de possibilidades de execução em prazos bem menores.

Conforme depoimento de engenheiros de uma grande construtora com obras em andamento nas grandes capitais do país:

“Muitos compradores de apartamento na planta têm a tendência de querer adaptar o projeto ao seu gosto ou necessidade. Em função disso algumas empresas começaram a desenvolver projetos mais flexíveis, que permitam as alterações com facilidade. (...) ou seja, praticamente todos os pilares do edifício estão nas paredes externas, permitindo a alteração das plantas dos apartamentos”<sup>7</sup>

Para quem projeta estas edificações, o parâmetro flexibilidade não pode ser simplesmente descartado. Os espaços mínimos que são oferecidos para habitação popular, deveriam estimular, por exemplo, a melhor utilização destes, de forma a atender às necessidades funcionais de diferentes usuários durante muitos anos.

---

<sup>7</sup> CRUZ, Ana C. Novos Prédios Trazem Avanços Tecnológicos. In: O Estado de São Paulo, p. I-2. 13 de janeiro de 1996.

São necessárias soluções práticas para os problemas de adaptação destes usuários. Várias sugestões são dadas em artigos de jornais e revistas especializadas neste sentido, o que demonstra o interesse geral pela questão. Recentemente, um destes artigos trazia como título a solução para um caso muito freqüente nos nossos dias: *Como abrir área de trabalho no dormitório*. Este, trazia propostas de layout em planta baixa, para conciliar pontos de descanso e atividade profissional.

O indivíduo interessado neste tipo de layout, possivelmente se enquadra no perfil do profissional da “era da informação”: alguém que precisa de um pouco do espaço reservado para o seu dormitório, para instalar seu micro e conectá-lo ao mundo. Também pode ser alguém que simplesmente por questões econômicas opte por trabalhar e morar no mesmo espaço.

Como mencionado anteriormente, esta discussão da flexibilidade, apesar de refletir tão bem alguns aspectos contemporâneos do cotidiano das pessoas, não é recente. Analisando, por exemplo, a experiência de alguns estudiosos ingleses, que há mais de duas décadas passadas, se dedicavam a este tema, (ressaltando porém, que esta discussão tem sua origem em um período anterior a este), pode-se entender a justificativa de seus estudos:

“Para a iniciativa privada o principal problema é promover um maior conforto e qualidade da habitação pelo menor custo possível. Para o setor público o problema discutido, é como construir o maior número de unidades com uma determinada verba (RABENECK et al., 1973)”<sup>8</sup>.

Segundo a opinião destes arquitetos, com essa preocupação essencialmente quantitativa da iniciativa pública, os espaços na habitação popular tendem a ser reduzidos gradativamente, e pouco resta ao usuário, que raramente tem contato com o projeto antes de adquirir o

<sup>8</sup> RABENECK, et al. Housing Flexibility? In: *Architectural Design*, vol XLIII. New York, Novembro, 1973.

seu imóvel, a não ser tentar “personalizar” a sua casa de acordo com as suas necessidades de uso.

Esta personalização, de acordo com este estudo, traz consigo razões de ordem social e de consumo. As razões sociais seriam as que levam o usuário a fazer adaptações do espaço de acordo com o seu estilo de vida, devido a mudanças na família, etc. As razões de consumo seriam denominadas assim, devido à influência dos bens adquiridos pelos moradores, ao longo do tempo, como por exemplo aparelhos domésticos, eletro-eletrônicos, etc. que demandariam novas adaptações do espaço para uma melhor acomodação dos mesmos.

Nos anos 70, pesquisadores de muitos países defendiam a idéia de que a casa poderia ser um produto com um grau de industrialização de um carro, por ser este considerado a sua expressão máxima. Mas na prática, isso não se verificou pois, o “produto habitação” tem tantas outras implicações que a industrialização não consegue satisfazer.

A padronização da habitação industrializada, embora tenha gerado a modulação, a normalização e a melhoria da qualidade, contribuiu para uma rigidez dos projetos. Gianfranco Cavagliá, atualmente arquiteto e professor do Instituto Politécnico de Turim, faz a seguinte análise deste período:

“A necessidade do controle da qualidade do processo construtivo levou muitas vezes a se aceitar o projeto do jeito que ele vinha, sem questionamento. Isso deve ser analisado e discutido. Não havia identidade entre o projeto e o morador da casa. Ao contrário muitas vezes a tecnologia padronizada trazia embutida uma forma de comportamento. (...) A idéia hoje é a tecnologia permitir uma industrialização de produtos diferenciados; antes era a da massificação dos produtos (...). A industrialização leve é a mais adequada e se diferencia da massificada. É a industrialização de pequenos investimentos e intervenções e, portanto, mais flexível, sem necessidades de máquinas pesadas para movimentar as peças no canteiro (...). Não se usa mais o canteiro como

depósito, mas como local de montagem simplificada, em que materiais são trazidos para a obra, de acordo com a necessidade (CAVAGLIÁ, 1994).”<sup>9</sup>

A partir desta análise, é possível perceber que uma das principais características da industrialização leve, é que ela é mais flexível. Este tipo de industrialização estimula o estabelecimento de uma “linguagem técnica” comum: a da industrialização por componentes que “conversem” entre si. Ou seja, os parâmetros de projeto que definem uma solução com características flexíveis para uma edificação habitacional, devem apontar para as técnicas construtivas necessárias para transformar este projeto em um produto concreto, ou seja, para as questões que dizem respeito à viabilização da produção de tais edificações, de forma a estabelecer uma harmonia entre os subsistemas construtivos.

Mas como estabelecer esta harmonia entre subsistemas quando se observa uma enorme falta de integração entre as diversas fases que se seguem desde a concepção inicial até a execução final de uma edificação? Há uma evidente fragmentação dentro do setor. Proprietários, escritórios de projeto, lojas de materiais de construção, incorporadores, equipes de manutenção, empreiteiras e sub-empreiteiras, engenheiros, arquitetos e usuários finais são alguns dos participantes envolvidos em qualquer tipo de processo de construção.

Na maioria dos casos, os vários tipos de projetos - arquitetônico, estrutural, de instalações hidráulicas, elétricas e telefônicas, gás e outros - são desenvolvidos por profissionais distintos. Além destes, diretamente envolvidos com a fase de projeto, existem outros profissionais intermediários, que desenvolvem suas atividades entre a criação e a execução e, se preocupam, com o orçamento e programação das obras. Por fim, a edificação chega à sua etapa final de produção, normalmente viabilizada por um profissional diferente dos anteriores e comumente chamado de construtor.

---

<sup>9</sup> CAVAGLIÁ, Gianfranco. Os Ritmos da Tecnologia. In: *Téchne*, Revista de Tecnologia da Construção, p.12. Ed. Pini, São Paulo, Março/Abril de 1994.

“Dessa forma, fica claro que os profissionais que interferem no processo, do projeto até a execução, têm funções específicas e as responsabilidades devem ser atribuídas a cada um deles. Ou seja, quem desenvolve cada etapa é responsável por tarefas específicas e de apoio para as fases anteriores e posteriores que são:

- Projeto: definições da forma e objetivo da obra, componentes com funções específicas, materiais e técnicas a serem aplicados.

- Orçamento: definição dos custos para o projeto, incluindo a possibilidade de avaliação da proposta inicial, com seu responsável técnico, quando surgem problemas com produtos de difícil aquisição e possibilidade de aplicação de técnica alternativa que gere um custo mais adequado à situação;

- Programação: análise do projeto como concebido e estudado no orçamento, com a finalidade de definir a seqüência dos serviços e cronogramas físico-financeiros. Ocorrem nesta fase sugestões para mudanças visando, por exemplo, à substituição de determinada técnica ou material que gere melhor distribuição das atividades no tempo;

- Execução: indicação e acompanhamento dos executores da obra, para que sejam cumpridas as indicações configuradas nas fases anteriores (SCHMITT, 1994).”<sup>10</sup>

Se o produto final, obtido a partir do trabalho de todos estes profissionais é o mesmo, por exemplo, uma edificação habitacional com características flexíveis, deveria haver uma interação maior entre as fases, visto que, há uma grande interdependência dos dados registrados no projeto. Na prática porém, esta interação nem sempre é uma realidade, a começar pelo fato de que na maioria das vezes, estes profissionais estão trabalhando em espaços físicos completamente diferentes (escritórios diferentes) e a comunicação entre estes, é mínima.

Esta grande fragmentação das atividades internas ao setor de edificações, tem acarretado um problema evidente de comunicação entre estes profissionais. Tal problema pode ser analisado sob o ponto de vista

---

10 SCHMITT, Carin. (Sem Título). In: *Téchne*, Revista de Tecnologia da Construção, p. 30. Ed. Pini, São Paulo, Março/Abril de 1994.

da distância física que normalmente os separa. Dentro deste contexto, consideremos o exemplo seguinte:

O estudos preliminares de uma determinada edificação são realizados em um escritório de arquitetura, que o desenvolve até o projeto arquitetônico, o qual é enviado muitas vezes para outros escritórios, como os de cálculo estrutural e os que oferecem serviços específicos na área de instalações prediais. Possivelmente este projeto retorna ao escritório de arquitetura, (agora acompanhado dos projetos complementares) e toda esta documentação em forma de projeto passa para as mãos de um outro profissional ou até mesmo um outro escritório ou construtora que se encarregará da execução do mesmo. Este último comumente, subempreita alguns dos serviços de execução o que implica que se alguma incoerência no projeto for detectada na obra, este profissional subempreitado terá um longo caminho a percorrer no sentido de obter uma orientação para a resolução do problema. Sendo assim, decisões são tomadas em canteiro, na maioria das vezes, sem esta orientação, para que o problema seja dissipado mais rapidamente.

Este exemplo (hipotético?) descreve apenas um ponto de vista para a análise desta falta de integração entre Projeto e Produção, mas será que se todos estes profissionais se comunicassem perfeitamente em um mesmo ambiente de trabalho que poderia ser físico (as chamadas *integrated design-build firms* - empresas de projeto e construção integradas), ou eletrônico (redes de computadores), este problema estaria solucionado? Seria esta falta de integração um problema apenas de distância física?

E o velho e tão discutido abismo existente entre o *engenheiro* e o *arquiteto*?. As atribuições destes dois profissionais por vezes se confundem, embora na maioria dos casos se diferenciem extremamente não só pela formação, mas, principalmente, pela maneira de enxergar o projeto e a produção de uma edificação.



Então, como identificar as fronteiras entre a arte de criar e a arte de construir? Na opinião do arquiteto e crítico de arquitetura, François Chaslin...

“(...) As relações entre arquitetura e engenharia, em princípio muito íntimas, na verdade estão continuamente a se atar e desatar (CHASLIN, 1995).”<sup>11</sup>

Esta é uma afirmação incontestável. Não obstante, há sempre algum trabalho que vise discutir e apontar soluções para esta questão no meio acadêmico e, na prática, é possível observar algumas vezes, uma obra que reflita a interação destes profissionais distintos, mas complementares.

As atividades que dizem respeito ao Projeto e à Produção de uma edificação habitacional embora sejam aparentemente distintas, precisam ser pensadas de forma integrada. Muitos detalhes de execução e até mesmo elementos completos, não sendo bem definidos quando concebidos em projeto, deixam para o canteiro de obras, as decisões importantes que poderiam ser melhor tomadas se analisadas anteriormente.

Como instrumentalizar estes profissionais de forma a promover uma maior integração entre os mesmos? Arquiteto, calculista, engenheiro, incorporador, construtor, estas relações precisam ser revistas. No momento em que a discussão está centrada na troca de informações, na velocidade e facilidade de aquisição de conhecimentos, na multidisciplinaridade das pesquisas, etc., parece inconcebível que um arquiteto mantenha suas práticas de trabalho como sendo isoladas, independente das demais, ou que construtoras não sejam solicitadas a participar desde o início do processo de conceituação do produto.

---

<sup>11</sup> CHASLIN, François. O engenheiro e seus esqueletos. In: Revista PROJETO, p. 36. ARCO editorial Ltda. São Paulo, julho de 1995.

Num processo interativo e enriquecedor, uma das maiores construtoras japonesas, a Takenaka Corporation, tem se destacado também na área de projeto. Observa-se em seus procedimentos, a arquitetura instigando a engenharia, a tecnologia informando a arquitetura, a qual é refinada pela engenharia. Seu atual presidente acredita que:

“(...) os esforços no sentido de implementar os melhores projetos e as mais avançadas técnicas construtivas, é o que o mercado estará demandando cada vez mais para o século 21.”

E, segundo seus técnicos:

“Acompanhar a arquitetura da concepção ao produto final estabelece um intenso processo de feedforward e feedback que enriquece as técnicas de projeto e construção. Essa experiência permite projetar de forma consciente (ZEIN, 1995).”<sup>12</sup>

Não há como pensar em promover essa integração nos dias de hoje, sem considerar as possibilidades oferecidas pela Informática. A simultaneidade do trabalho em redes resolveria, por exemplo, o problema da distância física entre estes profissionais. As facilidades de detalhamento de projeto oferecidos pelos softwares de Cad<sup>13</sup> direcionados para arquitetura, bem como de simulação de ambientes muito antes da obra entrar em fase de execução também é uma inovação que pode minimizar erros. Os recursos de cálculo disponíveis nas planilhas eletrônicas facilitam o grande volume de cálculos a serem feitos no orçamento de uma obra. O armazenamento de todos os dados de projeto e de produção em bancos de informações, pode ser de grande valia num próximo empreendimento.

Para atender aos profissionais da área de projeto, por exemplo, a cada ano os programas de Cad incorporam recursos mais sofisticados de

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

13 CAD - Sigla para Computer Aided Design (Projeto Assistido por Computador) ou Computer Aided Drafting (Desenho assistido por computador).

geração de imagens, alguns permitindo a manipulação de luz, definição de sombras e aplicação/manipulação de texturas e materiais. Já é possível perceber a preocupação de algumas empresas fabricantes de softwares direcionados especificamente para a Arquitetura e Construção, em estabelecer uma interface adequada aos profissionais da área, como por exemplo o acionamento dos comandos por meio de ícones/figuras, para facilitar a operação.

Alguns destes programas apresentam módulos de visualização arquitetônica (rendering), que geram imagens com realismo próximo ao das fotografias. Além disso são oferecidos por muitos destes, bibliotecas de símbolos arquitetônicos (componentes de mobiliário, peças hidráulicas, aparelhos elétricos etc.), com possibilidades de inserção de novos símbolos de acordo com a necessidade do profissional. Funções específicas como a elaboração de telhados e escadas, também podem ser encontradas em muitos programas do gênero. A velocidade no traço das plantas baixas e diferentes tipos de paredes que são selecionadas na tela são algumas das características importantes destes instrumentos inovadores. Quando são colocadas portas e janelas, por exemplo, as paredes podem ser automaticamente cortadas, ou fechadas se a abertura for removida.

Os recursos disponíveis nos programas destinados à engenharia de campo, cujos profissionais dependem sempre de desenhos e relatórios técnicos, apresentam a possibilidade de trabalho simultâneo entre canteiro e escritório. Plantas técnicas e mapas de instalações, além de fotografias e coordenadas de posicionamento geográfico (GIS), podem ser consultados em computadores portáteis, inclusive os operados com caneta, com um programa que propicie o acesso a informações em tempo real no banco de dados central da empresa, permitindo consulta e inclusão de notas e mensagens para verificação ou alteração.

Estes softwares, comumente denominados no mercado como *de apoio a projetos arquitetônicos*, podem trazer recursos de

gerenciamento de dados para a elaboração de orçamentos, quantidades e custos da obra e também a possibilidade de inserção de módulos estruturais, de instalações elétricas e hidro-sanitárias, além de recursos mais sofisticados no que diz respeito às esquadrias e telhados. Todo o processo desta forma, parte de um único banco de informações, minimizando erros e incoerências entre projeto e execução, caracterizando o que algumas empresas denominam de *soluções integradas em informática*, para a Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Nas aplicações voltadas para o cálculo estrutural, alguns programas já se encontram adaptados às condições dos projetos brasileiros, como por exemplo, o mapeamento geográfico dos esforços devidos a ventos e a inserção da nomenclatura técnica da ABNT<sup>14</sup>. O processamento da informação nestes programas é muito rápido, apresentando capacidade para efetuar bilhões de equações, contando com aplicativos para corte de madeira, otimização de barras de aço, detalhamento e desenvolvimento de estruturas especiais, além de interface com projetos de arquitetura em CAD, seja em 2D, ou em 3D.

A cada ano surgem novos softwares direcionados para as mais diversas aplicações nas áreas de arquitetura, engenharia e construção, acompanhados do lançamento de máquinas cada vez mais potentes que abrem um enorme leque de perspectivas.

Parece-nos evidente que diante de todo o volume de conhecimentos que envolvem a produção de um edifício, aos quais sempre estão associadas as respectivas atividades técnico-produtivas que materializam tais conhecimentos em forma de componentes (tijolos, painéis, blocos, dutos, etc.), subsistemas (vedações, estrutural, elétrico, etc.), sistemas construtivos e, em última instância em uma edificação concluída, a principal contribuição que estes instrumentos da informática

---

14 ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

podem trazer neste contexto, seria facilitar a *Manipulação da Informação*, ao minimizar pelo menos instrumentalmente, esta fragmentação interna ao setor de edificações, identificada anteriormente.

Nesse sentido, os recursos multimídia se apresentam como ferramentas propícias para facilitar esta manipulação da informação. Os aplicativos multimídia caracterizam-se por promoverem uma forma interativa do usuário trabalhar, a qual, segundo alguns autores, se aproxima muito da maneira como a mente humana trata as informações: pelo acesso aleatório. Segundo SERRA (1993) o termo *multimídia* pode ser assim definido:

“(...)multimídia refere-se a apresentações interativas que empreguem textos, tabelas, desenhos e animações, imagens coloridas, paradas e em movimento, acompanhadas de som, a partir de informações digitais.”<sup>15</sup>

Os sistemas multimídia, bem como um ambiente informatizado comum, que propicie condições de trabalho conjunto (e/ou simultâneo), destes profissionais, com alta produtividade e interatividade entre os mesmos, podem promover portanto uma maior integração entre as diversas informações de projeto e produção de edificações (Fig. 3).

Na obtenção de edificações habitacionais com características flexíveis e procurando promover a integração entre Projeto e Produção, a informática pode ser estudada sob o ponto de vista da concepção, adaptação e aplicação de programas às atividades de criação e projeção de espaços flexíveis, como também do planejamento, programação, gerenciamento e controle da produção destes, assistida por computador.

---

15 SERRA, Geraldo G. Multimídia aplicada à Avaliação do Desempenho dos Edifícios. In: Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC-93. São Paulo, 1993.

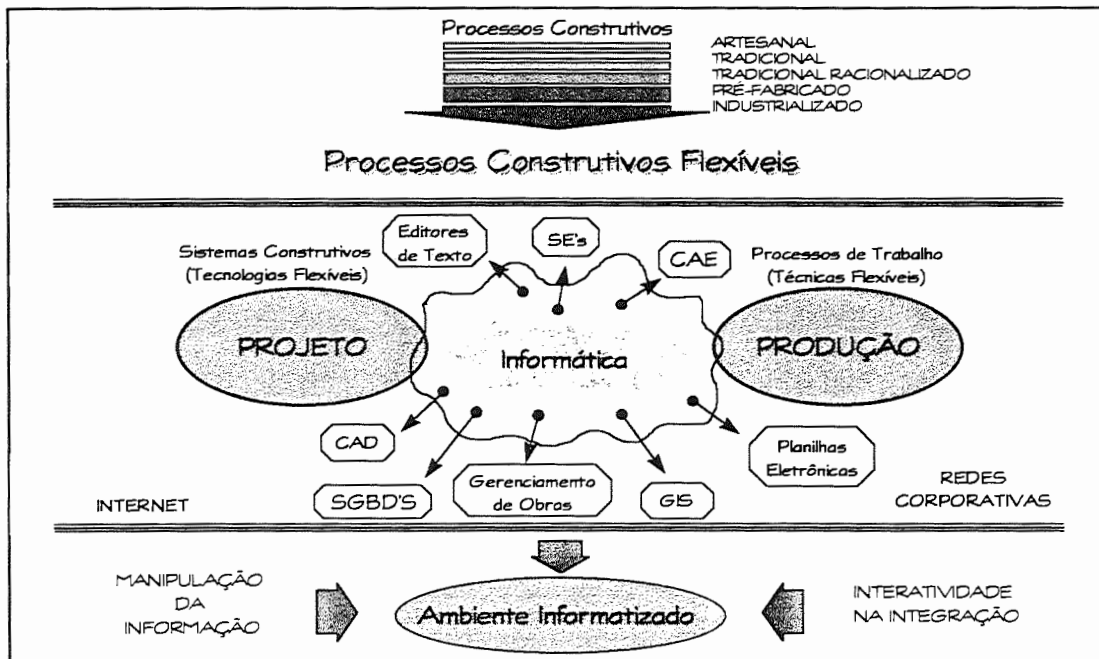


Figura 3 - Panorama geral da problemática apresentada

Há de se fazer portanto, uma ressalva quanto à utilização deste ferramental. Muitos escritórios e construtoras já fazem uso destes recursos informatizados mas continuam com suas práticas de trabalho completamente isoladas. Por mais que a própria informática por si só, denote um conceito de “compartilhamento de informações”, principalmente pelos recursos multimídia e pelo bombardeio de notícias e previsões em todo o mundo, sobre os avanços tecnológicos que uma super infovia como a Internet (da sigla *International Network*) pode promover, ainda há um caminho longo a percorrer pelo setor de edificações nesse sentido.

O mercado da Informática tem colocado a disposição de Engenheiros e Arquitetos uma infinidade de softwares e hardwares que muitas vezes são assimilados por estes profissionais, mudando as suas práticas projetuais e/ou produtivas, mesmo que, muitos deles não correspondam exatamente às necessidades específicas destes. Estas ferramentas deixam de ser portanto, apenas instrumentos, prolongamentos do “saber fazer” destes profissionais e passam a ser

agentes destas práticas, que se não determinam o espaço a ser construído, certamente influenciam de alguma forma no resultado final obtido.

Essa discussão é válida uma vez que muita coisa vem sendo consumida pelo setor e a qualidade final das habitações parece não sofrer muita alteração, talvez por estes recursos não estarem sendo explorados completamente. Os projetos concebidos a partir de um Cad, possuem características *flexíveis* sob determinados aspectos, visto que, as adaptações necessárias para modificar o produto final são facilmente visualizadas, a partir de recursos de simulação de alguns softwares. Certamente por este e outros motivos, a tendência das habitações flexíveis esteja tão visível nos dias de hoje, onde a cada dia o uso destes recursos é intensificado.

Entretanto para os profissionais envolvidos com o projeto e a produção destas habitações, a informática e seu ferramental tem de ser considerada sempre um meio, um instrumento de modernização, nunca um fim em si mesma, pois embora a habitação seja muitas vezes denominada de “produto”, é preciso o entendimento das características que a identificam como edificação habitável, como foi tão bem colocado pelo arquiteto e vice presidente da Asbea - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, Gianfranco Vanucci:

“... trata-se, ao contrário de tantos outros, de um bem não descartável, o qual, (...) não pode ser o resultado de exóticas ou nostálgicas modas passageiras, mas sim, o fruto dos recursos e das melhores técnicas construtivas, disponíveis por cada grupo cultural ao longo de sua história. Esse “produto” (...) é o alvo do desejo de toda uma sociedade que não mede esforços para possuí-lo e espera de todos nós, arquitetos, construtores, incorporadores, e imobiliárias, soluções e respostas à altura deste sacrifício (VANUCCI, 1995).”<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> VANUCCI, Gianfranco. Que Projeto? In: Revista CONSTRUÇÃO, p. 15. Editora PINI, São Paulo, Maio 22/1995.

### 1.3. Objetivos

A partir do conteúdo exposto, este trabalho está se propondo a discutir, os principais problemas decorrentes da falta de integração entre as fases de projeto e execução de uma edificação e de como os diversos recursos que a informática tem colocado à disposição dos profissionais das áreas de Arquitetura e Engenharia, poderiam ser melhor utilizados para promover soluções para estes problemas.

A escolha das edificações concebidas a partir de princípios de flexibilidade do projeto e da produção pode ser justificada, mediante o reconhecimento destas, como objeto de estudo mais completo do ponto de vista conceitual. Acredita-se ser este tipo de habitação, uma tendência atual, cuja abordagem pode ser pautada em uma discussão muito mais abrangente acerca da Flexibilidade como um todo.

Objetivamente, esta pesquisa se propõe desta forma, a estudar as possibilidades de uso da informática e seus mais atuais recursos nas edificações concebidas e produzidas através de processos construtivos flexíveis, bem como as implicações deste uso para os profissionais envolvidos neste processo e seus respectivos reflexos nos espaços produzidos.

Mais especificamente, este trabalho tem como objetivo:

- Estabelecer o panorama geral da problemática apresentada, através de uma matriz de descoberta ampla, na qual se torne possível a identificação das possibilidades de uma maior integração entre as atividades de projeto e produção de edificações. Uma vez estabelecido este



panorama, pode-se observar como esta integração pode ser agilizada e viabilizada, através dos instrumentos oferecidos pela informática.

- Montar um quadro geral com informações, as mais recentes, dos Softwares X Hardwares X Serviços prestados para o setor edificações, a partir do qual possa ser desenvolvida uma discussão sobre as possibilidades oferecidas por estas ferramentas, diante das suas potencialidades e respectivas compatibilidades entre as mesmas. Pretende-se assim, reunir subsídios para inferir conclusões quanto à viabilidade de uso deste ferramental e da flexibilidade apresentada tanto no seu uso, como nos espaços projetados e produzidos com o auxílio destes recursos.

---

## CAPÍTULO II

### Quadro de Referência Teórico



#### 2.1. Introdução

Este capítulo é dedicado à explicitação dos conceitos e definições, com os quais, esta dissertação trabalha. Para um entendimento claro do estudo realizado, torna-se necessária uma observação cuidadosa de tais conceitos, os quais, podem ser encontrados, na sua maioria, em bibliografia da área, sendo apenas compilados, selecionados e apresentados a seguir, de acordo com a sua relevância para o tema da pesquisa como um todo.

No que diz respeito aos *Processos Construtivos Flexíveis*, é importante entender primeiramente as definições consideradas a cerca dos *Processos Construtivos*, dos *Sistemas Construtivos* e dos *Processos de Trabalho*, bem como o conceito geral de *Flexibilidade*, os quais são adotados durante todo este trabalho.

Faz-se necessário também, uma definição do problema central a ser abordado pela pesquisa a saber: *a integração entre o projeto e a produção* de edificações. Para tanto, são apresentados alguns requisitos considerados de maior relevância para a promoção desta integração, bem como são introduzidos, os conceitos de *Projeto do Produto* e *Projeto da Produção*.

Por fim, a Informática e seu ferramental são apresentados de forma a descrever sucintamente a sua *origem*, a *terminologia* própria de seu uso e algumas de suas áreas de aplicação, como a *Computação Gráfica*, os *Sistemas Especialistas*, os *Bancos de Informações*, a *Multimídia* e as *Redes de Computadores*, através dos conceitos e princípios básicos que as caracterizam.

## 2.2. Processos Construtivos

A definição adotada para este termo, parte de uma identificação da tecnologia e da técnica na construção civil. A tecnologia pode ser identificada nos processos construtivos, através dos projetos e a técnica referente a esta tecnologia pode ser observada nos processos de trabalho, através dos quais a edificação se materializa.

A partir da abordagem feita por MARTUCCI (1990), os Processos Construtivos podem ser assim definidos:

“(...) Processo Construtivo nada mais é do que o processo que define as formas e as capacidades técnicas e econômicas de se construir. Portanto, os Processos Construtivos estabelecem tipologicamente as tecnologias a serem aplicadas, fazendo com que, por sua vez, nos Projetos surjam os Sistemas Construtivos e na Produção das unidades habitacionais se definam famílias de Processos de Trabalho.”<sup>1</sup>

### 2.2.1. Sistemas Construtivos

No que diz respeito às possibilidades tecnológicas para se construir uma edificação, as quais devem estar explicitadas nos projetos, os Sistemas Construtivos podem ser assim representados,(MARTUCCI, 1990):

“(...) um determinado estágio tecnológico indutor da forma de se executar os edifícios, ou seja, sintetizam o conjunto de conhecimentos técnicos e organizacionais, possíveis de serem combinados, em função do grau de desenvolvimento tecnológico em que se encontram a indústria de máquinas, equipamentos e ferramentas para a Construção Civil. (...) Os Sistemas Construtivos, podem ser subdivididos em subsistemas, os quais são definidos segundo suas respectivas características e funções técnicas em relação ao edifício e ao sistema construtivo como um todo.”<sup>2</sup>

### 2.2.2. Processos de Trabalho

Sendo a tecnologia identificada a partir dos Sistemas Construtivos, pode-se perceber que há uma relação entre o que é proposto nos projetos e sua viabilidade de execução na produção, através dos processos de trabalho. Para um melhor entendimento deste conceito, MARX (1982) apud MARTUCCI (1990)<sup>3</sup> exemplifica:

“Uma aranha executa operações semelhantes às do tecelão e, a abelha, supera mais de um arquiteto ao construir sua colmeia. Mas o que distingue o pior arquiteto da melhor abelha é que ele figura na mente sua construção antes de transformá-la em realidade. No fim do processo de trabalho aparece um resultado que já existia antes idealmente na imaginação do trabalhador. Ele não transforma apenas o material sobre o qual opera; ele imprime ao material o projeto que tinha conscientemente em mira, o qual constitui a lei determinante do seu modo de operar e ao qual tem de subordinar sua vontade.”

E ainda no mesmo texto, classifica os elementos componentes do processo de trabalho como sendo:

---

<sup>1</sup> MARTUCCI, Ricardo. op. cit., p. 46.

<sup>2</sup> Idem, p. 47.

<sup>3</sup> Ibid. p. 50.

“1- A atividade adequada a um fim; 2- A matéria a que se aplica o trabalho, o objeto de trabalho; 3- Os meios de trabalho, o instrumental de trabalho;”

De acordo com os conceitos apresentados anteriormente, pode-se classificar os processos construtivos através de características obtidas a partir de sua evolução histórica, tecnológica e técnica, os quais são apresentados a seguir.

### 2.2.3. Processos Construtivos Artesanais

Segundo MARTUCCI (1990)<sup>4</sup>

“(…) são aqueles que carregam um forte traço regional, cultural e histórico. São transmitidos de uma geração para outra como um patrimônio. Seus sistemas construtivos adotam materiais locais e técnicas centenárias. A produção de unidades habitacionais através destes processos construtivos, geralmente baseia-se no trabalho coletivo, na maioria das vezes familiar.”

Estes processos se mantêm como patrimônio cultural e histórico da sua comunidade de origem, como no caso das habitações indígenas e são a demonstração mais primitiva da necessidade do ser humano de um abrigo com características próprias de uma habitação. Quanto a organização do trabalho na produção destas edificações, ROSSO (1980)<sup>5</sup> comenta:

“(…) O artesão é destarte um técnico, um artista, um trabalhador e produtor. Quando se destaca é um mestre: na edificação, o mestre de obras do passado reúne as qualidades e prerrogativas do arquiteto, do artista e do construtor: ele concebe e realiza.”

<sup>4</sup> MARTUCCI, Ricardo. op. cit., p. 53

<sup>5</sup> ROSSO, Teodoro. *Racionalização da Construção*. FAUUSP, São Paulo, 1980, p. 36.

## 2.2.4. Processos Construtivos Tradicionais

A despeito dos Processos Construtivos Artesanais, os processos tradicionais estão amplamente difundidos e são comumente adotados nas práticas construtivas em geral. Segundo um relatório elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), para a Fundação João Pinheiro, intitulado: “Diagnóstico Nacional da Indústria da Construção Civil”(1983).

“A passagem do artesanato para a manufatura é intermediada pela exigência do projeto de edificação, dando organicidade a partes produzidas por meio de trabalho coletivo, que de outra maneira não chegariam a consubstanciar um produto único. Nesses termos, pode-se definir um limite claro entre aqueles dois estágios (artesanato e manufatura) pela própria entrada em cena de profissionais de Projeto (arquitetos, engenheiros) e, pela fragmentação em contrapartida do conhecimento técnico no canteiro.”<sup>6</sup>

Os processos construtivos tradicionais na visão de MARTUCCI (1990):

“(...) ainda atendem as necessidades produtivas dos agentes e construtivas das empresas e construtores autônomos, muito mais pela inércia do desenvolvimento científico e tecnológico do setor da Construção Civil, do que pela sua rentabilidade econômica e sua viabilidade técnica. Nos seus respectivos sistemas construtivos são utilizados materiais de construção produzidos pela indústria (...), bem como são utilizados materiais extraídos da natureza (...). Todos materiais, industrializados ou naturais, são levados para o canteiro de obras onde se dá a construção. Assim sendo, os processos construtivos tradicionais são compostos por processos de trabalho, os quais, na produção das unidades habitacionais, mantêm técnicas que guardam muito das relações estabelecidas pelas Corporações Artesanais, ou seja, pedreiros, carpinteiros,

---

<sup>6</sup>INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A. Diagnóstico Nacional da Indústria da Construção Civil: Estágio de Desenvolvimento Tecnológico. Relatório nº 18.744 para a Fundação João Pinheiro. IPT, São Paulo, 1983.

encanadores, eletricitas, etc. que desempenham seus respectivos trabalhos de forma quase que autônoma, em que pese os esforços feitos pelos engenheiros em organizar e tentar maximizar as atividades técnico-construtivas nos canteiros de obras, no sentido de preservar a coerência e a harmonia do objeto que está sendo construído.”<sup>7</sup>

### **2.2.5. Processos Construtivos Tradicionais Racionalizados**

Estes processos são o resultado da introdução de algumas modificações conceituais aos processos tradicionais, a partir da utilização de novos sistemas construtivos, visando o aumento de produtividade nos canteiros, o controle de desperdícios dos materiais na obra, etc.

O conceito de racionalização que é introduzido nestes processos pode ser entendido conforme ROSSO (1980) da seguinte maneira:

“(…) pode-se entender por racionalização de um processo de produção um conjunto de ações reformadoras que se propõe a substituir as práticas rotineiras convencionais por recursos e métodos baseados em raciocínio sistemático, visando eliminar a casualidade nas decisões.”<sup>8</sup>

No âmbito da Construção Civil, MARTUCCI (1990)<sup>9</sup> discorre sobre esta racionalização e suas implicações nos projetos e na produção de edificações e comenta:

“As modificações nos conceitos se processaram tanto ao nível dos projetos, quanto ao nível da produção. Os projetos começaram a ser elaborados com maiores definições técnicas, ampliando assim os requisitos de desempenho dos materiais de construção, dos componentes, dos subsistemas e sistemas construtivos, surgindo assim, ao nível dos projetos, novos parâmetros qualitativos exigindo que se criassem novas áreas de detalhamentos técnicos (...).

---

<sup>7</sup>MARTUCCI, Ricardo. *op. cit.*, p. 54.

<sup>8</sup>ROSSO, Teodoro. *Op. cit.* p. 33.

<sup>9</sup>MARTUCCI, Ricardo. *Op. cit.*, p. 56.

Ao nível da produção, os canteiros de obras, embora deixando muito a desejar, mereceram maior atenção no que diz respeito à elaboração dos seus respectivos projetos, tanto do canteiro de obras como um todo, como também de suas unidades produtivas (...); a organização do trabalho e a programação dos processos de trabalho, tiveram uma evolução no que tange às preocupações com a segurança do trabalho e ao treinamento de mão de obra.”

### **2.2.6. Processos Construtivos Pré-fabricados**

Entendendo que os Processos Construtivos estabelecem nos projetos os sistemas construtivos e na produção, definem famílias de processos de trabalho, não podemos atribuir apenas à utilização de componentes fabricados em usinas e trazidos para o canteiro para a produção da edificação, características de um processo construtivo pré-fabricado. Este, deve ser assim entendido:

“(...) a grande diferença entre a pré-fabricação utilizada pelos processos construtivos Tradicional e Tradicional Racionalizado e a pré-fabricação propriamente dita, está nos parâmetros e requisitos de concepção dos Sistemas Construtivos e conseqüentemente na concepção dos respectivos subsistemas, bem como nas novas características dos canteiros de obras que estes sistemas construtivos induzem, do ponto de vista da Produção. (...) nos processos construtivos baseados na pré-fabricação propriamente dita, o uso de materiais de construção no canteiro de obras cai assustadoramente, dando lugar para os componentes pré-fabricados em usinas e transportados para o local da montagem do edifício. Estes componentes irão fazer parte de subsistemas (...), em cujas concepções já foram previstas todas as interfaces tecnicamente necessárias à montagem perfeita entre os respectivos componentes, pertencentes internamente a cada subsistema, bem como as interfaces destes com os componentes dos outros subsistemas que se fizerem necessários.” (MARTUCCI, 1990)<sup>10</sup>

<sup>10</sup> MARTUCCI, Ricardo. op. cit., pp. 62-63.



## 2.2.7. Processos Construtivos Industrializados

Acompanhando a evolução histórica da tecnologia no setor de edificações nos deparamos com os debates intensivos das décadas de 60 e 70 acerca da industrialização das construções. Defendia-se a idéia de uma industrialização pesada, onde os *módulos* pré-fabricados seriam montados em canteiro através de máquinas de grande porte, para promover assim, uma capacidade de produção em massa das edificações.

“A pesquisa e o desenvolvimento tecnológicos neste período orientavam-se também pelo paradigma da produção industrial, trazendo, para a construção de edificações e para a produção de materiais e componentes, conceitos e procedimentos desenvolvidos e utilizados anteriormente na produção fabril...” (IPT, 1988 apud ABDALLA, 1995)<sup>11</sup>

Assim sendo, neste trabalho, adotaremos como conceito para processos construtivos industrializados, enquanto reflexo das pesquisas em tecnologia das edificações de uma determinada época, a caracterização feita por MARTUCCI (1990)<sup>12</sup>:

“Nos processos construtivos industrializados a produção em série não só se dará através da pré-fabricação dos componentes ou partes complexas do produto, do ponto de vista tecnológico, como também se dará, se assim for necessária, a fabricação total e fechada de todo o produto - o edifício. (...) A pré-fabricação nos processos construtivos industrializados, não mais estará centralizada apenas nos componentes, mas sim, em módulos que reunam várias funções técnicas, espaciais, econômicas, etc., fazendo com que se mude os conceitos dos projetos (arquitetônicos e complementares) e os conceitos de produção nas usinas e canteiros de obras.”

---

<sup>11</sup> ABDALLA, José Gustavo F. Quadro de classificação da produção de sistemas construtivos em três momentos da industrialização das construções. In: *Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC95*. Rio de Janeiro, 1995.

<sup>12</sup> MARTUCCI, Ricardo. op. cit., p. 66.

Para obter o domínio destes processos, segundo ROSSO (1980), pode-se lançar mão de duas opções: *A Pré-fabricação fechada ou total e o Sistema Aberto ou por Componentes*. O primeiro caso, seria a solução mais elementar para enfrentar a industrialização da construção sem necessidade de definir-se previamente os problemas metodológicos. Esta opção porém, sofre algumas restrições:

- “1. raio de ação limitado pelo custo de transporte;
2. flexibilidade limitada pela amortização dos moldes;
3. utilização limitada a mercados absolutamente contínuos eis que a estocagem de grandes painéis (por exemplo) é altamente onerosa e a do produto (edificação) impossível.
4. tendência a facilitar situações de monopólio face aos elevados investimentos exigidos.”<sup>13</sup>

Uma segunda opção, segundo o mesmo autor, seria o *sistema aberto ou por componentes*, que atenderia a alguns aspectos que a opção anterior se restringe, industrializando os componentes intermediários, que por serem menores e mais leves oneram menos o processo e podem ser estocados. Além de favorecer a função de estoque, este tipo de sistema se destaca com relação ao anterior pela grande *flexibilidade* apresentada.

## 2.3.Flexibilidade

Diante da realidade atual, da influência da mídia na vida das pessoas, das facilidades oferecidas pela informática e telecomunicações no que diz respeito ao acesso rápido às informações as mais diversas, do avanço tecnológico em vários setores de produção, enfim, dos reflexos destes avanços no cotidiano dos indivíduos de forma geral, e, mais

---

<sup>13</sup> ROSSO, Teodoro. Op. cit. p. 45.

especificamente, no tipo de espaço que estes ocupam, o conceito de *flexibilidade* a ser apresentado neste momento do trabalho, é de fundamental importância para o desenvolvimento desta dissertação como um todo e, principalmente, para uma compreensão mais ampla do que representa o salto tecnológico e técnico dado, dos processos construtivos industrializados para os processos construtivos flexíveis. Vejamos algumas considerações tecidas por diferentes autores a respeito da flexibilidade do espaço construído.

TIBAU (1972) define flexibilidade como sendo sinônimo de modificabilidade e acrescenta:

“O grau de previsibilidade das modificações é variável. (...) Os dados fornecidos pelo programa, não são permanentes indefinidamente, desaparecerão daqui a algum tempo e o que era útil quando foi construído, deixará de ser útil e então, ou é destruído ou é desmontado para ser reaproveitado. (...) É absurdo tentar prever o imprevisível, mas é perfeitamente sensato admitir sua existência. (...) Essa mobilidade que está sendo proposta para a Arquitetura, levada ao seu grau extremo, poderia chegar à destruição da forma. No entanto, essa mobilidade apresenta-se como única solução dentro dessa problemática contemporânea.”<sup>14</sup>

Neste mesmo estudo acerca do grau de previsibilidade de modificações do espaço, este autor aponta algumas soluções para estas questões:

“O ponto de equilíbrio ideal é aquele em que mesmo dando-se ao sistema de variáveis uma grande amplitude, de modo a obter-se um alto grau de flexibilidade, que permita inclusive atender-se a modificações imprevisíveis, permaneça sempre constante um sistema invariável, suficiente para manter a individualidade do sistema. (...) Estrutura, quase que por definição, deveria ser

---

<sup>14</sup> TIBAU, Roberto J. G. *Arquitetura e Flexibilidade: Sobre os valores formais de uma organização espacial passível de imprevisíveis modificações de programa*. Tese de Doutorado, FAUUSP. São Paulo, 1972, pp. 6, 7, 14 e 26.

uma componente invariável. No entanto, assim não o é. É, com relação à estrutura monolítica e fundida no local. Não é, com a estrutura pré-moldada, constituída de elementos montados no canteiro de obras. Se esses elementos são montados, é evidente que sua desmontagem pode ser tornada possível. Além disso, o sistema pode ser estudado de maneira que a retirada de alguns elementos ou conjuntos de elementos não obrigue à desmontagem de todo o sistema.”<sup>15</sup>

RABENECK, SHEPPARD e TOWN (1974), analisam a flexibilidade das edificações habitacionais, a partir das necessidades de personalização do espaço pelos usuários. De acordo com esta análise o usuário de uma unidade produzida em série, como no caso dos grandes conjuntos habitacionais, após algum tempo de uso acaba por “personalizar” o espaço de acordo com suas necessidades de uso e manutenção do mesmo.

Na opinião destes arquitetos, as exigências de flexibilidade variam de acordo com os costumes, com a época, e com as condições locais estudadas. Diversos tipos de unidades habitacionais foram analisados em diferentes países, dos quais, algumas características foram apontadas como requisitos importantes para um projeto de uma edificação habitacional que atendam a estas exigências de flexibilidade:

“1. Divisórias internas não portantes e removíveis; 2. Ausência de colunas ou preferencialmente grandes vãos entre elementos e vedações portantes; 3. Desvincular os serviços, tubulações e acessórios da obra bruta, evitando de embuti-los na alvenaria; 4. Localização das portas e janelas de maneira a permitir mudança de posição sem comprometer as funções das vedações portantes e das vedações externas; 5. Utilizar formas geométricas simples nos quartos; 6. Evitar locação central dos pontos de iluminação e outras restrições semelhantes...”<sup>16</sup>

<sup>15</sup> TIBAU, Roberto J. G pp. 9 e 35

<sup>16</sup> RABENECK, Andrew et al. Housing Flexibility/Adaptability? In: *Architectural Design*, Vol XLIX, N. 02, New York, 1974.

Alguns termos como variabilidade, adaptabilidade, ampliabilidade, múltiplos usos, conformabilidade, etc., são constantemente empregados para complementar a discussão sobre a flexibilidade. Segundo ROSSO (1980):

“A adaptabilidade é um critério que visa assegurar a polivalência mediante a descaracterização funcional das peças de uma edificação, de forma a dar-lhes alternativas de uso. (...) A ampliabilidade é a forma coerente de responder às exigências de polivalência à qual recorrem especialmente os usuários das faixas menos favorecidas. (...) a adição de um ou mais quartos implica o estudo de uma disposição inicial que permita uma integração razoável no projeto final. (...) A agregação de funções é obtida atribuindo-se a um mesmo local várias funções compatíveis ou compatibilizáveis.”<sup>17</sup>

TRAVAIN (1987), ao propor um abrigo transformável produzido com estrutura leve, considerou alguns requisitos de adaptação às necessidades de flexibilidade do seu objeto de estudo. São estes: a *conformabilidade*, ou seja, a possibilidade de mudanças na forma, de maneiras diferentes de acordo com a necessidade do usuário, supondo que estas mudanças podem ocorrer várias vezes durante o período de uso; a *mobilidade* que implica em leveza do material para possibilitar as modificações e facilitar o transporte; a *planificação do período útil*, visando dar a oportunidade de planejamento do período de uso do abrigo ou de partes dele; e a *amplitude*, ou seja, o abrigo oferecia múltiplas funções e portanto possibilidades diferenciadas de uso.

“Para o atendimento dos requisitos de adaptação, foram reduzidos ao mínimo dos custos dos materiais, os custos da fabricação, o peso para o transporte e o tempo para a montagem”<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> ROSSO, Teodoro. op. cit. p. 113.

<sup>18</sup> TRAVAIN Maria A. L. *Estrutura Leve: Projeto de Sistema de Abrigo Transformável*. Dissertação de Mestrado, FAUUSP, São Paulo, 1987, p. 58.

Por fim, sem intenções de esgotar o assunto, apenas delimitando o raio de investigação escolhido, é apresentada a seguir, uma definição de flexibilidade de Nabeel Hamdi, pesquisador do Massachusetts Institute of Technology e professor da School of Architecture Oxford Polytechnic:

“A Flexibilidade expressa a liberdade de escolha entre opções existentes ou a criação de programas que atendam às necessidades e aspirações específicas dos indivíduos, com relação às edificações que estes ocupam, aos custos financeiros para construí-las, adquiri-las, e ao gerenciamento de sua execução. Além disso, para os arquitetos a flexibilidade normalmente demonstra o quanto o projeto é capaz de assegurar nas edificações, nos programas ou nas tecnologias utilizadas, uma boa funcionalidade inicial, que possibilite respostas às futuras modificações. O projeto deve ser capaz de prever a influência das configurações espaciais e das dimensões dos ambientes construídos, dos serviços envolvidos e/ou das tecnologias embutidas nos componentes dos sistemas construtivos.”(HAMDI, 1991)<sup>19</sup>

## 2.4. Processos Construtivos Flexíveis

Este conceito deve ser bem entendido pois nele se baseia grande parte da discussão conceitual desta dissertação. Mais do que uma abordagem sobre flexibilidade do espaço de um modo geral, este termo diz respeito a todas as implicações tecnológicas e técnicas que envolvem a concepção e a produção dos espaços contemporâneos.

Ao fazer uma análise histórica da industrialização de habitações na Itália, Gianfranco Cavagliá (1994), comenta:

“Nos anos 60 e 70, a idéia era de que a casa poderia ser um produto com o grau de industrialização de um carro (...). Mas isso não se verificou, porque a habitação tem tantas outras implicações que a industrialização não

---

<sup>19</sup> HAMDI, Nabeel. *Housing without Houses: participacion, flexibility, enablement*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1991, p. 51.

consegue satisfazer. A idéia hoje é a tecnologia permitir uma industrialização de produtos diferenciados; antes era a da massificação dos produtos. (...) A industrialização leve é a mais adequada e se diferencia da massificada. (...) A industrialização pesada apresenta um produto acabado que poderia ser comparado ao hardware. A leve tem uma ideologia diferente, em que produtos são completados com componentes de outras indústrias. Poderíamos chamá-la de software. É uma idéia mais ampla.”<sup>20</sup>

Partindo do reconhecimento desta nova tendência do mercado da construção civil e, especificamente, do setor de produção de habitações, esta idéia *mais ampla* colocada por Cavagliá poderia caracterizar os processos construtivos flexíveis. Estes processos construtivos devem considerar nos projetos, novas exigências de qualidade e variedade arquitetônica, no que diz respeito às novas relações existentes entre os usuários e suas habitações. Tais exigências são identificadas através dos problemas apresentados no decorrer do uso das edificações e das dificuldades de manutenção dos diversos sistemas que as compõem.

Ao considerar estas exigências, são estabelecidos tipologicamente os sistemas construtivos a serem utilizados, ou seja, a tecnologia necessária para o atendimento destas novas propostas. Certamente estes *sistemas construtivos flexíveis* para se materializarem, induzirão nos processos de trabalho, atividades técnico-produtivas diferenciadas. Surge então, um novo modelo de organização no canteiro, centrado na busca da flexibilidade.

O conceito de valorização da qualificação de mão de obra, (observado em todos os setores da economia na “era da informação”), tem sido introduzido também no setor de edificações. Tal modelo, baseia-se dentre outras coisas, em uma organização mais flexível do trabalho no

---

<sup>20</sup> CAVAGLIÁ, Gianfranco. op. cit., p.12.

canteiro, acompanhada por uma administração mais integrada do processo de produção do início ao fim: novas responsabilidades, com delegações de tarefas aos trabalhadores de execução.

“O Instrumental de produção revela-se muito rígido para responder a essa maior variabilidade de demanda e métodos novos, (técnicos e organizacionais), devem ser pensados para flexibilizá-lo. (...) O modelo até então organizado a partir da separação de funções mais ou menos autônomas, evolui para um outro modelo, baseado na integração das diversas fases do processo de produção. (...) A introdução de novas técnicas e métodos e a utilização de materiais e componentes inovadores, referem-se, ao mesmo tempo, à concepção, preparação, execução e administração da obra e, acarretam realocações e transformações nas relações econômicas e sociais.” (BOBROFFE, 1989)<sup>21</sup>

É a industrialização pesada substituída pela industrialização leve, como por exemplo, os subsistemas de instalações elétricas e hidráulicas completos, trazidos para o canteiro *prontos* para a colocação, ou então os conjuntos de esquadrias e acessórios *prontos* para o encaixe nas aberturas previstas em seus respectivos elementos de vedação. Tais inovações objetivam flexibilizar o instrumental de produção e instaurar uma nova organização simplificada dos canteiros. Para tanto, a ênfase é dada na preparação prévia, que evite os imprevistos; os esforços são concentrados no domínio da concepção dos sistemas construtivos e no conhecimento profundo de técnicas e métodos.

Os profissionais do setor se deparam com esta nova configuração no mercado da habitação: as freqüentes reformulações dos espaços motivados por um interesse de adequação ao uso; as necessidades de simplificação das atividades de manutenção; a procura por pequenos imóveis de qualidade e de concepção arquitetônica mais flexível em

<sup>21</sup> BOBROFF, Jacotte. A construção na França: novos modelos de organização e redefinição das competências dos trabalhadores. In: *Anais do 1º Encontro Internacional de Engenharia Civil do SINDUSCON - SP*. São Paulo, outubro de 1989.



detrimento dos grandes conjuntos habitacionais, caracterizando uma produção mais reduzida, mas mais diversificada, com grandes exigências de flexibilidade.

Certamente estes profissionais, sejam eles arquitetos engenheiros, construtores, etc., são compungidos a adaptarem suas práticas de trabalho e para tanto, contam nos dias de hoje, com um poderoso instrumento de modernização: a informática. A importância da informatização nos processos construtivos flexíveis está na administração e circulação dos fluxos de informação e no gerenciamento da flexibilidade no projeto e na produção dos espaços.

Este trabalho de pesquisa portanto, não se propõe a estudar um produto específico obtido a partir de processos construtivos flexíveis e sim, de forma mais ampla, estudar as possibilidades de uso da informática e seus mais atuais recursos na obtenção de tal produto, bem como as implicações deste uso para os profissionais envolvidos neste processo de produção, identificando, quais os reflexos da inserção da informática nestas práticas profissionais e, em última instância, nos ambientes construídos.

## **2.5. Integração Projeto - Produção**

### **2.5.1. Conceitos Básicos**

A discussão sobre integração Projeto-Produção na construção civil é inserida neste quadro referencial teórico, como um resumo geral do que vem sendo levantado como requisitos para promover tal integração, especificamente no subsetor de edificações habitacionais. Considerando os conceitos apresentados anteriormente de Processos Construtivos, procurando introduzir inovações tecnológicas e organizacionais e

atentando para as interações identificadas através do uso e da manutenção das edificações, torna-se possível pensar o projeto e a produção não mais como um conjunto de atividades estanques e isoladas, pelo contrário, pensá-las conjuntamente como atividades que devem ser integradas e cuja integração pode ser melhor instrumentalizada nos nossos dias através da Informática.

Conceitos como o de *Projeto do Produto e Projeto da Produção*, são apresentados aqui, partindo da idéia de que, com a análise dos projetos do produto, sob a ótica da integração e levando-se em consideração a viabilidade técnica e econômica das opções, pode-se verificar a coerência entre os vários projetos (Arquitetônico, Complementares, Detalhamentos, etc.) e a execução, visando sempre conciliar as duas etapas, a fim de que seja possível a otimização dos resultados de qualidade de produto e produção, conseguindo-se assim simultaneamente, “adequação ao uso” (atendimento das necessidades do produto junto aos usuários e, em particular, aos requisitos de adaptação e mobilidade de uma habitação com caráter flexível), “conformidade com as especificações” e “construtibilidade” (com base na capacidade tecnológica instalada).

A formulação dos conceitos que são a seguir apresentados de forma resumida, encontra-se realizada, com muito mais detalhe, pelo Prof. Dr. Ricardo Martucci em seu documento-tese<sup>22</sup>, cujo conteúdo fornece grande parte do embasamento teórico desta pesquisa.

---

<sup>22</sup> MARTUCCI, Ricardo. Op. cit.

## 2.5.1.1. PROJETO DO PRODUTO

### PRINCÍPIOS BÁSICOS

#### I. Atendimento aos Requisitos, Condições e Parâmetros dados pelas Características Regionais e Capacidade Tecnológica Instalada:

Diante da grande extensão geográfica do nosso país, pode-se constatar que cada região possui condições climáticas, culturais e geopolíticas próprias. Os critérios e parâmetros de projeto devem variar portanto, de uma região para outra, do contrário estaria se afirmando erroneamente que elementos como: Clima, Cultura, Topografia, História, Recursos Naturais e outras condicionantes projetuais seriam iguais em todo o território brasileiro. Desta forma, faz-se necessária uma análise anterior destas características para uma elaboração coerente de um projeto arquitetônico para uma dada edificação habitacional.

#### II. Atendimento aos Requisitos Funcionais e Ambientais:

São os condicionantes de um projeto arquitetônico que dizem respeito ao uso, do ponto de vista econômico: *Flexibilidade, Manutenção, Durabilidade etc.* e do ponto de vista das características que definem a habitabilidade proposta: *Funcionalidade, Estética, Segurança, Higiene, Salubridade, Conforto e outras.*

#### III. Atendimento aos Princípios de Racionalização do Produto quanto à sua Produção:

Ainda na fase de Projeto, algumas variáveis devem ser enxergadas sob a ótica da produção de forma a garantir a viabilidade das propostas espaciais e tecnológicas. Estes Princípios de Racionalização estão voltados para a: *Padronização, Precisão, Modulação, Normalização, Repetição, Divisibilidade, Permutabilidade, Mecanização e Transportabilidade.*<sup>23</sup>

<sup>23</sup> A conceituação destes termos e sua respectiva fonte de consulta, encontra-se inserida no Anexo "A" deste documento.

## **DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS**

A partir dos princípios abordados, ou seja, condições e requisitos dados pelas características regionais e capacidade tecnológica instalada, requisitos ambientais e funcionais e requisitos para a racionalização do produto, pode-se estabelecer um estudo das tipologias dos Sistemas Construtivos, através do qual poderão ser desenvolvidas e/ou adaptadas tecnologias compatíveis para cada situação de demanda.

## **PROJETO ARQUITETÔNICO**

As propostas para o Projeto Arquitetônico de uma edificação surgem a partir da integração entre o atendimento aos requisitos de utilização do edifício e da metodologia de combinação dos conceitos de organização do espaço (sistemas ambientais e culturais), com os de tecnologia e técnica (sistemas construtivos e processos de trabalho). Sendo assim, as atividades que definem o Projeto Arquitetônico, para que esta integração ocorra podem ser classificadas da seguinte maneira:

### I. Programação Arquitetônica:

Definições e análises de parâmetros como: relação entre o setor urbano e as características do edifício; necessidades específicas dos usuários; atividades gerais e específicas que serão desenvolvidas no edifício e suas relações internas; mobiliários e instalações; espaços internos e externos; características e condições ambientais; inter-relações ambientais; níveis de participação do usuário na força de trabalho e no processo de projeto e produção; além do estudo das exigências espaciais, dos predimensionamentos e da análise preliminar da viabilidade técnica e econômica do edifício.

## II. Estudos Preliminares:

Estudo da implantação do edifício; estudo de tipologias ambientais e construtivas; análise da viabilidade técnica e econômica das opções; e por fim a escolha das opções tipológicas que serão desenvolvidas.

## III. Anteprojeto ou Projeto Básico

O Anteprojeto possui as características de grande instrumento técnico e político, onde se dá o embate entre as discussões e análises das várias possibilidades arquitetônicas, tecnológicas e técnicas, de Organização do Espaço e Processos Construtivos, como também através dele, as combinações entre os subsistemas construtivos são explicitadas, acertadas e definidas pois, a partir desta fase, os desenvolvimentos dos Projetos Arquitetônicos e Complementares passarão apenas por processos de balizamento técnico e não mais por propostas de tipologias, quer sejam espaciais ou construtivas.

O projeto básico então, deve constar dos seguintes elementos: desenvolvimento preliminar das opções tipológicas escolhidas; elaboração de memoriais e especificações técnicas; e desenvolvimento de proposta orçamentária preliminar das opções tipológicas.

## IV. Projeto Arquitetônico de Execução

Esta é a etapa do Projeto do Produto onde a maior parte das opções estão definidas, restando apenas os trabalhos de aprofundamentos e compatibilizações específicas. Deve constar do desenvolvimento detalhado da opção tipológica escolhida, levando-se em conta simultaneamente a implantação detalhada do edifício e o detalhamento dos espaços; e da elaboração final de memoriais e especificações.

Certamente que nesta fase, uma participação efetiva dos profissionais que estarão envolvidos diretamente com a execução, proporcionaria uma integração real entre projeto e produção, visto que,

no projeto arquitetônico de execução, a *Tecnologia* embutida na proposta arquitetônica deve estar claramente definida, ou seja, estabelecida a lógica das respectivas combinações para todos os subsistemas construtivos da edificação através, da análise, do dimensionamento, da localização, da especificação de todos os materiais, componentes, equipamentos, instrumentos e ferramentas, da definição dos tipos, características e qualificações da mão de obra e das respectivas *técnicas* de execução a serem utilizadas.

Também é com base nos memoriais e especificações desenvolvidos nesta fase, que devem ser elaborados os orçamentos finais, bem como o controle de qualidade da execução dos serviços nos canteiros e usinas.

#### V. Detalhamentos Arquitetônicos

Em face das inúmeras possibilidades oferecidas pela informática nos dias atuais, esta fase de elaboração mais requintada dos elementos construtivos propostos pelas etapas anteriores, tem sido identificada desde o início do processo de concepção, não se caracterizando mais como uma fase isolada, a não ser pela construção de maquetes eletrônicas com texturas as mais variadas e recursos de simulação de cores, luzes e sombras oferecidos por alguns destes instrumentos que serão melhor abordados no capítulo IV deste trabalho

#### **PROJETOS COMPLEMENTARES**

Os Projetos Complementares são aqueles diretamente associados aos subsistemas construtivos, ou seja, Subsistema Estrutural associado ao Projeto de Estruturas, Subsistema Instalações Elétricas associado ao Projeto de Instalações Elétricas e assim por diante. A consistência técnica destes projetos, bem como a harmonia e coerência entre os mesmos e o Projeto Arquitetônico, dependem diretamente da clareza das definições e caracterizações dos respectivos elementos técnicos do Sistema

Construtivo e, conseqüentemente dos Subsistemas, no Anteprojeto de Arquitetura.

Esta fragmentação dos projetos considerados complementares ao Projeto Arquitetônico, tem levado os profissionais de Engenharia à uma especialização destas atividades. Tal especialização, apesar de promover em alguns casos um aumento na qualidade final obtida, faz com que cada um destes “especialistas”, encontre as soluções para a execução do subsistema específico do seu domínio de forma isolada, faltando uma visão mais ampla do sistema construtivo como um todo.

Do ponto de vista desta concepção mais ampla do edifício, pode-se verificar na estrutura profissional de desenvolvimento de Projetos Complementares, um desvio de objetivos que tem causado erros e falhas na compatibilização dos projetos complementares com o Projeto Arquitetônico.

As diversas especialidades de profissionais, envolvidos diretamente com cada um destes Projetos Complementares, mesmo com soluções técnicas que muitas vezes estão em desarmonia, tem suprido a demanda do mercado. Uma integração maior no processo de busca de tais soluções, evitaria que fossem deixados para o canteiro de obras e conseqüentemente para o profissional responsável pela execução do edifício, a grande responsabilidade de resolver os problemas de compatibilização técnica entre subsistemas, as quais não foram solucionadas pelos respectivos autores dos Projetos Complementares e muito menos pelo autor do Projeto de Arquitetura.

## 2.5.1.2. PROJETO DA PRODUÇÃO

### PRINCÍPIOS BÁSICOS

#### I. Organização do Trabalho:

Ao se pensar a organização do trabalho no Projeto da Produção de Edificações Habitacionais, dentro da discussão de uma maior integração de todas as etapas do Processo Construtivo, podem ser enumeradas algumas questões:

– Recuperação do perfil e das características próprias dos Operários da Construção Civil, desvinculando-se da idéia de que qualquer pessoa pode ser um ótimo servente ou ajudante, em qualquer atividade produtiva do setor.

– Dinamização dos processos de qualificação da mão de obra através de treinamentos que levem a um aumento de produtividade nos canteiros.

– Redimensionamento da estrutura de poder entre Arquitetos, Engenheiros e Trabalhadores que participam do Projeto do Produto e do Projeto da Produção.

– Valorização da participação dos trabalhadores qualificados como os mestres de obras, carpinteiros, etc., nos processos de elaboração dos Projetos do Produto e da Produção, estimulando a troca de informações técnicas entre quem projeta e quem executa.

– Maior participação dos trabalhadores nos processos de planejamento e gerenciamento da Produção.

– Criação de canais e mecanismos de negociação (com relação a horários, regimes de contratação, salários, promoções, premiações, etc.).



## II. Aumento da Produtividade

Tendo o aumento de produtividade sempre como meta indiscutível, podemos associá-lo aos seguintes elementos:

– Implantação dos princípios referentes à organização do trabalho apresentados no item anterior.

– Introdução de inovações tecnológicas e organizacionais nos Projetos do Produto e da Produção, de forma a promover melhores condições de trabalho.

## III. Controle da Qualidade:

Na Projeto da Produção, a qualidade da edificação deve estar associada às seguintes questões:

– Constante e coerente controle da qualidade dos Projetos Arquitetônicos e Complementares das edificações.

– Garantia de qualidade dada pela indústria de materiais de construção e componentes, de forma a assegurar as características técnicas que são anunciadas em seus produtos.

– Condições técnicas para um controle de qualidade dos processos de trabalho exigidos pelas necessidades ambientais e funcionais, através das quais, o edifício foi projetado, será construído e utilizado.

## **PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO**

O Planejamento da Produção pode ser caracterizado pelas seguintes etapas:

### I. Elaboração da Política de Produção:

Fase onde devem ser definidos todos os conceitos e princípios básicos da organização do trabalho, de índices de produtividade, de controle de qualidade, de compras, custos,

etc., os quais, serão utilizados pelos responsáveis pela execução da edificação.

## II. Estudo Tecnológico do Sistema Construtivo:

Através deste estudo pode-se estabelecer um estágio de controle de qualidade dos Projetos, por ser esta, uma análise efetuada sob o ponto de vista da Produção e não sob a ótica do Projeto, o que possibilita a correção de vários problemas de incompatibilização antes de executá-los.

## III. Definição do Fluxo Tecnológico:

O Fluxo Tecnológico mostra com qual seqüência técnica, uma edificação (ou várias delas), pode ser executada, em função das características tecnológicas do Processo Construtivo adotado no Projeto do Produto. Ele deve constar da explicitação de todas as inter-relações técnicas e construtivas que estão aparentemente embutidas no Projeto do Produto, as quais, podem detectar os gargalos tecnológicos do Produto edificação antes de sua execução.

## IV. Definição e Caracterização dos Processos de Trabalho:

Através das especificações e memoriais propostos pelo Projeto do Produto, pela Política de Produção, pelo Estudo Tecnológico do Sistema Construtivo e, principalmente, pela estrutura do Fluxo Tecnológico, serão definidas para cada etapa executiva (fundações, estrutura, vedações, etc.), uma família de atividades técnico-produtivas.

Estas atividades se diferenciam entre si de acordo com a força de trabalho empregada, com os tipos de equipamentos e/ou ferramentas necessárias, com os materiais e/ou componentes especificados e com as técnicas de execução utilizadas. Desta forma, pode-se estimular ao longo do tempo, a prática de Projetar a Produção a partir de Processos de

Trabalho consolidados, tendo em vista as reais necessidades construtivas, exigidas pela execução do edifício como um todo.

#### V. Definição da Trajetória de Obra:

A prática de elaboração da trajetória da obra, dá aos profissionais envolvidos (engenheiros, arquitetos, trabalhadores, etc.), uma visão antecipada, ao promover um processo de simulação, de todas as opções para a seqüência de execução da obra.

Pode-se definir e fixar com que parâmetros de tempo e custo as diversas atividades irão ser executadas, fazendo com que, antes mesmo de qualquer estudo mais detalhado, todos os possíveis entraves administrativos, burocráticos e de execução, para uma obra específica, sejam detectados.

#### VI. Elaboração da Programação de Obras:

O estabelecimento de programas detalhados tanto ao nível dos Processos de Trabalho, como das atividades administrativas ligadas à produção de uma edificação se caracteriza pela elaboração de redes de precedência, cronogramas físicos e de força de trabalho, cronogramas de materiais e componentes, cronogramas de máquinas, equipamentos, ferramentas e instrumentos, cronogramas financeiros, cronogramas de compras, sistema de transportes, sistema de controle e sistema de coleta de informações.

#### VII. Elaboração de Orçamentos:

A Elaboração de Orçamentos é de fundamental importância para a fixação final dos preços de cada atividade produtiva, bem como do produto final como um todo. A partir deste, podem ser efetuadas análises de modificações técnicas em determinados processos de trabalho, conseqüência dos possíveis atrasos no cumprimento dos cronogramas, demandando novos estudos de trajetória e programação da obra.

### **PROJETO DE CANTEIRO DE OBRAS**

Ao se pensar as questões relacionadas com o Projeto de Canteiro de Obras e suas respectivas usinas, no Projeto da Produção, devem ser consideradas algumas rotinas de trabalho, como o Estudo dos Condicionantes Físicos (topografia, vias de acesso, redes de serviços públicos, etc.) e o Estudo de Implantação do Canteiro (dimensionamentos da população ativa do canteiro, de máquinas, equipamentos, ferramentas e instrumentos, de redes internas de serviço e das instalações de apoio; definição e projeto das usinas; estudos de sistemas de transporte, de montagem/desmontagem, de fluxos de materiais e componentes; e estudos de layout).

### **PROJETO DE USINAS**

A partir de uma análise sob o ponto de vista técnico, econômico e financeiro e, pelas características de seus produtos e processos de trabalho, podem ser selecionadas quais as atividades produtivas da edificação que poderiam ser destacadas para se transformarem em atividades produtivas executadas em usinas, que devem ser caracterizadas, dimensionadas e projetadas de acordo com a sua finalidade específica.

### **GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO**

Gerenciar a Produção significa tentar garantir que o Produto seja construído dentro dos princípios estabelecidos ao ser projetado, a partir do controle e operacionalização dos sistemas técnicos e organizacionais da Produção. Desta forma o Gerenciamento da Produção deve operacionalizar sistemas de Administração da Produção, de Informação e Comunicação, de Avaliação de Desempenho e de Controle.

### CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

Adicionalmente aos conceitos e princípios descritos anteriormente, conforme a visão de MARTUCCI (1990), são apresentados a seguir abordagens de alguns outros autores, na tentativa de consolidar e enriquecer um pouco mais esta discussão neste quadro de referência teórico.

MELHADO (1994), faz uso da seguinte terminologia:

“Projeto para produção é um conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e seqüência de atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora”<sup>24</sup>

Estes tipos de projeto denominados de “Projetos de Produção”, têm por objetivo solucionar, com antecedência uma série de interferências identificadas normalmente na fase de execução. Segundo PICCHI (1993)<sup>25</sup> eles são por exemplo: os projetos de fôrmas, de impermeabilização, de alvenaria, de execução de piso e contrapiso, de execução, de fachadas, de layout de canteiro, etc.

“Um fator de grande resultado na redução de retrabalhos e patologias é a realização de projetos de produção, definindo detalhes de serviços, tais como: impermeabilização, formas, alvenaria, fachadas, etc. Estas decisões, sendo tomadas desde o projeto, de maneira compatibilizada, garantem soluções bem melhores que as improvisações que normalmente ocorrem em obras, no caso de não existirem projetos de produção. (...) A realização de cada serviço deve ser precedida da redação de um procedimento de execução, que descreve em

---

<sup>24</sup>MELHADO, Sérgio B. *Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao Caso das Empresas de Incorporação e Construção*. Tese de Doutorado - EPUSP. São Paulo, 1994.

<sup>25</sup>PICCHI, Flávio A. *Sistema de Qualidade: Uso em Empresas de Construção*. Tese de Doutorado - EPUSP. São Paulo, 1993.

detalhes como o serviço será feito e de uma programação de serviço, onde é feita a verificação de todos os recursos e providências necessários ao bom andamento do serviço. Estas rotinas podem trazer grandes resultados em termos de serem evitadas interrupções, incompatibilidades e atrasos, porém encontra grande resistência da cultura do setor, que não prioriza o uso de planejamento e de registros escritos.”<sup>26</sup>

### **2.5.2. Diretrizes para a Integração**

De forma geral, as práticas de trabalho propostas pelos autores citados anteriormente, estimulam um planejamento cuidadoso e organizado em todas as etapas do Processo Construtivo através do Projeto do Produto e do Projeto da Produção. Os conceitos apresentados permitem a construção de algumas diretrizes que devem ser buscadas para a promoção desta integração entre as diversas fases que envolvem o projeto e a produção de uma edificação. Estas são o objeto de discussão do capítulo III deste trabalho e por isso são apenas citadas a seguir:

- DIMINUIÇÃO DA DISTÂNCIA FÍSICA E CONCEITUAL EVIDENTE ENTRE OS PROFISSIONAIS (ARQUITETOS, ENGENHEIROS, TÉCNICOS, TRABALHADORES, ETC.).

- INCENTIVO À UMA MAIOR ORGANIZAÇÃO DO SETOR DE EDIFICAÇÕES E À PRÁTICA DE UMA COORDENAÇÃO DE PROJETOS

- VERIFICAÇÃO DAS CONTRIBUIÇÕES ADVINDAS DA INTEGRAÇÃO: MAIS QUALIDADE NOS PRODUTOS E NOS PROCESSOS, VALORIZAÇÃO DA MÃO DE OBRA, REDUÇÃO DE DESPÉRDÍCIOS, CUMPRIMENTO DE PRAZOS, ETC.

---

<sup>26</sup> PICCHI, Flávio A.; AGOPYAN, V. **Sistemas de Qualidade na Construção de Edifícios**. Boletim Técnico da EPUSP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/104, São Paulo, 1993.

## 2.6. A Informática e seu Ferramental

O mercado tem colocado a disposição de Engenheiros e Arquitetos uma infinidade de softwares e hardwares que muitas vezes são assimilados por estes profissionais, mudando as suas práticas projetuais e/ou produtivas, mesmo que, muitos deles não correspondam exatamente às suas necessidades específicas. Algumas destas ferramentas foram estudadas com mais detalhe e apenas por este motivo, são abordadas a seguir com maior especificidade que as demais. Anterior a abordagem deste ferramental, é apresentado um pequeno resumo da história da informática, (reconhecendo que o contato com o passado pode possibilitar uma compreensão mais clara do estágio atual deste setor do conhecimento humano), seguido de uma menção quanto à terminologia própria utilizada pelos profissionais envolvidos com informática.

### 2.6.1. Breve Histórico

Ao pesquisar a origem do computador, não só como uma máquina que nos nossos dias toma sua forma mais comum nos micros de mesa que conhecemos, mas principalmente como uma extensão do pensamento e da inteligência do ser humano, a seu serviço em todos os domínios, pode-se observar que o termo informática foi criado em 1962 pelo francês Philippe Drefys, originário dos termos *Informação e Automático*, ao entender que esse novo domínio era um ramo do automático da informação, enfocando assim a grande contribuição do automatismo para o domínio dessa nova área do conhecimento humano.

"Existe portanto um determinado momento na história em que essa consciência violenta da imperfeição do homem torna possível a invenção de novas máquinas. O conhecimento do passado coloca-nos, aqui, em ligação direta com a realidade, principalmente no que diz respeito aos princípios técnicos essenciais estabelecidos há quarenta anos e que, quase não se modificaram até

os nossos dias. (...) Do mesmo modo, o papel social desempenhado pelos computadores, pela informação, pelas redes, ou pela inteligência artificial foi idealizado e previsto a partir do pós-guerra. A informática é portanto, um produto da cultura, de modo especial da cultura ocidental e a valorização de sua história, vem reforçar a idéia de que o futuro pertence a um verdadeiro diálogo entre a cultura e a técnica" - BRETON (1991)<sup>27</sup>.

O computador que alguns dicionários definem como: "calculador eletrônico dotado de memória de grande capacidade e de meios de cálculos ultra-rápidos, podendo adaptar seu programa às circunstâncias e tomar decisões complexas"(HEBERT,1970)<sup>28</sup>, é, na verdade, o fruto de uma longa evolução em que figuram as pesquisas do homem para simplificar o tratamento da informação numérica. Fio, Ábacos, uma boa dezena de espécies de dispositivos marcam uma história na qual, entretanto, só no sec. XVII entraria a *máquina*.

O inventor da primeira máquina de calcular foi o alemão Wilhelm Shickard (1592-1635), a qual denominou de "relógio calculador". Blaise Pascal (1623-1662), aos 19 anos, havia concebido sua calculadora, denominada de *pascalina*, com o intuito de ajudar seu pai, coletor de impostos em Rouen, com os cálculos fastidiosos que lhe eram impingidos por seu cargo. Apesar da grande curiosidade que despertou, a pascalina não vendeu senão alguns exemplares. Esse insucesso comercial, como se diria hoje, foi motivado pelo seu preço de custo proibitivo na época.

Poleni na Itália, Leibniz na Alemanha, Vaucanson ou Thomas de Colmar na França não tiveram com suas máquinas quase nenhum sucesso. O calculador humano era menos dispendioso e os problemas de informática não tinham a importância que têm hoje.

---

<sup>27</sup> BRETON, Philipe. *História da Informática*. Ed. Unesp, São Paulo, 1991, pp. 13 e14.

<sup>28</sup> HEBERT, Charles. *A Revolução da Informática*. Série "Ciência e Informação", Editora Paz e Terra, Vol. 03, 1970, p. 45.



“Pascal, apesar de seu gênio, não previu, entretanto, um dispositivo de encadeamento que não fosse o dedo ou algum estilete. Podia-se calcular, mas em termos, pois nenhum automatismo estava previsto”(HEBERT ,1970)<sup>29</sup>

Charles Babbage (1792-1871), inserido em um contexto de crescente industrialização na Inglaterra e conseqüentemente, necessidades cada vez maiores de cálculos de todos os tipos, concebeu os planos de duas máquinas de calcular sofisticadíssimos até então: a "máquina diferencial" e a "máquina analítica", essa última, previa a utilização da técnica de cartões perfurados e rodas de soma automática.

O princípio do cartão perfurado aplicado ao cálculo foi retomado pelo americano Herman Hollerith (1860-1929), que diante do enorme problema em que se constituía o processamento dos dados do recenseamento da população dos Estados Unidos, concebeu uma máquina que podia então, separar e contar incansavelmente os milhões de fichas individuais do recenseamento. Seu emprego foi de início apenas estatístico ou contábil, mas essas máquinas de Hollerith são em sentido estrito, as primeiras máquinas de processamento de informação e irão constituir-se no ponto de partida da linhagem das máquinas mecanográficas.



Fonte: Folha de São Paulo (11/02/96)

Figura 4 -Dados armazenados em longas fitas perfuradas. Tecnologia popularizada por Herman Hollerith.

A companhia fundada por Hollerith em 1896, a Tabulating Machines Corporation, irá tornar-se a Companhia IBM (International Business Machines) em 1924. Com exceção da máquina construída em 1929 pela IBM para o Watson Computing Laboratory da Universidade de Colômbia, foi preciso esperar até 1937 para encontrar uma maneira de colocar em prática os planos de Babbage.

<sup>29</sup> HEBERT, Charles. Op. cit. p. 46.

Foi nessa época que o professor Howard H. Aiken, diretor do laboratório de cálculo da Universidade de Harvard, tomou contato com os departamentos de estudos da IBM. Sete anos de pesquisa levaram-no à criação, em 1944, do Automatic Sequence Calculator ou Mark-1, que pode ser considerado como o primeiro dos calculadores aritméticos universais. No caminho traçado por seus construtores, outras máquinas foram fabricadas, mas permanecem tributárias de técnicas que limitavam sua rapidez de cálculo e sua capacidade de memória.

O ENIAC (Eletronic Numerical Integrator And Calculator) foi construído na Moore School of Engineering da Universidade de Pensilvânia por Eckert e Mauchly de 1944 a 1946, conservando a estrutura do Mark-1, mas substituindo os acumuladores de rodas por séries de válvulas eletrônicas. O ENIAC tinha aberto o caminho, e numerosas calculadoras serão em seguida fabricados por grupos de pesquisas, financiados por órgãos militares, como o EDVAC (Eletronic Discrete Variable Computer), síntese de diferentes trabalhos e idealizada pelo americano Von Neumann (1903) em 1945, cujo princípio técnico é a base sobre a qual funcionam atualmente todos os computadores conhecidos.

A utilização de novas armas transformara os problemas de balística em verdadeiros objetos de pesquisas aplicadas. Foi nesse contexto que um serviço um tanto peculiar do exército americano, o BRL (Ballistic Research Laboratory), se transformou em instigador e, depois, em financiador da construção de calculadoras cada vez mais potentes. Para Von Neumann, havia semelhanças evidentes entre as calculadoras e o admirável cérebro humano. Ele encarava as máquinas como uma espécie de extensão técnica de seu utilizador, uma espécie de ampliação do cérebro humano que deveria ser levada o mais sério possível.

O progresso que representa o nascimento do computador moderno é fruto dessa reflexão. A grande inovação do computador será seu verdadeiro automatismo já que a máquina, a que se transmite dados e instruções, realiza sozinha os trabalhos que lhe são exigidos. A pilotagem é da própria máquina. O operador só intervém para introduzir os dados e os programas e para ler os resultados.



Figura 5 - Jon Von Newman com o computador que desenvolveu

Von Neumann liga-se assim a uma outra tradição que converge com a do cálculo e com a do automatismo: a do estudo das possibilidades de construção de uma espécie de ser artificial, que seria o equivalente eletrônico do cérebro humano.

Sua atração pelo *processamento binário* e o recorte do algoritmo em

conformidade com as regras da álgebra de Boole estava relacionada diretamente à crença segundo a qual o cérebro humano funcionava globalmente de forma binária (à semelhança de determinadas trocas elétricas no plano dos neurônios). A definição do que são hoje os computadores, parte do esquema proposto por Von Neumann, o qual, pode ser dividido em cinco partes:

1. Entrada: Dispositivos por onde a máquina recebe os dados que vai tratar (teclado, mouse, scanner, etc.)
2. Memória: Local onde são armazenados os números.
3. Central Lógica: É o cérebro da máquina. Lê e executa as instruções do programa, uma de cada vez. Também é capaz de transferir dados entre as outras partes.
4. Central Aritmética: Calculadora capaz de somar, subtrair e, às vezes, multiplicar e dividir.
5. Saída: Onde a máquina emite os resultados (tela do monitor, impressora, etc.)

O desenvolvimento dos computadores, desde os planos do EDVAC até as importantes transformações do início da década de sessenta, com o aparecimento da série 360 da IBM, pode ser dividido em três grandes períodos:

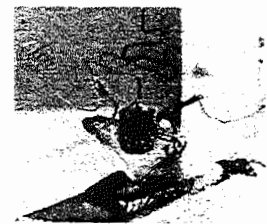
- No período de 1945 a 1951, irão surgir os primeiros computadores, nas diferentes universidades inglesas e americanas, ao mesmo tempo em que serão construídas as últimas grandes calculadoras.

- Em 1951, inicia-se o período de comercialização em grande escala dos computadores, que progressivamente deixam de ser máquinas de universidades para tornarem-se produtos comerciais de um tipo novo, marcados de maneira muito forte pelo contexto militar do seu nascimento.

- Em 1959, a utilização do transistor assinala a abertura de um terceiro período, no qual as válvulas responsáveis pelo processamento nos primeiros computadores foram substituídas pelos transistores. Foi lançada então a primeira máquina conhecida como *Minicomputador*, o PDP-I da Digital Equipment Corporation.

A primeira linguagem voltada para uso comercial é desenvolvida em 1960, o *COBOL* (sigla para Linguagem Orientada para Negócios Comuns), seguida em 1961, do desenvolvimento na Fairchild Corporation, do primeiro circuito integrado disponível comercialmente. Em 1963 e 1964, observa-se o primeiro uso confiável de terminais com monitores de vídeo, no Minicomputador PDP-I e a criação de um dispositivo de entrada conhecido como *mouse*, desenvolvido por Douglas Engelbart.

No final da década de 60, começaram a aparecer os chips do tipo LSI (Large Scale Integrated), que reuniam vários transistores numa pequena

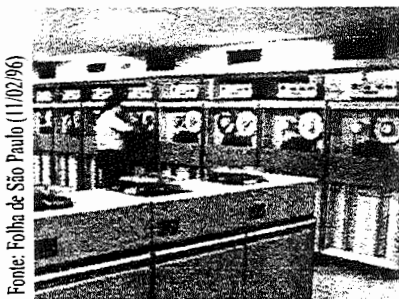


Fonte: Folha de São Paulo (11/02/96)

Figura 6 - O primeiro Transistor desenvolvido nos Laboratórios Bell

pastilha de silício. Também neste período, Ken Thompson e Dennis Ritchie desenvolvem nos Laboratórios Bell o sistema operacional Unix, o primeiro sistema geral que poderia ser aplicado em qualquer máquina. O sistema originou a linguagem de programação C.

"Os limites cada vez mais recuados da miniaturização do material, a baixa dos custos, mas também a vontade de impor uma informática autônoma em relação às grandes companhias, irão conduzir inicialmente ao aparecimento dos minicomputadores, correspondendo a um segmento bastante preciso das necessidades dos usuários, em seguida ao aparecimento da microinformática, um dos fatos mais espetaculares a partir da metade da década de setenta." (BRETON 1991)<sup>30</sup>.



Fonte: Folha de São Paulo (11/02/96)

Figura 7 - Computador dos anos 70

Em 1975, são lançados os primeiros computadores pessoais completos produzidos para consumo em massa, o *Altair 8.800* e o *IBM 5.100* e a partir do ano de 1976, o *Apple 2* torna-se o computador pessoal de maior sucesso comercial.

Alguns anos depois, no início da década de 80, a IBM lança seu computador pessoal *IBM-PC*, o primeiro vendido com sucesso. O sistema operacional deste computador é o *MS-DOS*, desenvolvido em parceria com a *Microsoft*. Em 1984 a *Apple* lança o computador pessoal *Macintosh*, com sistema operacional baseado em figuras para acionar comandos, demonstrando uma preocupação em facilitar o diálogo com o usuário. Já nos anos 90 a *Microsoft* lança versão 3.0 do programa *Windows*, baseado no sistema da *Macintosh*, para ser usado nos computadores que usam o *MS-DOS* e em 1995 faz o lançamento mundial do Sistema operacional *Windows 95*.

<sup>30</sup> BRETON, Philippe. Op. cit. p. 187.

## 2.6.2. Terminologia

Ao discutir a Informática como um instrumento possível de ser utilizado pelos profissionais das áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção, percebe-se a diversidade de termos novos que são introduzidos no cotidiano destes profissionais demandando um conhecimento amplo deste *vocabulário informatizado*, impossível de ser ignorado se há o interesse de um melhor aproveitamento deste ferramental.

Uma conceituação básica da maioria destes termos, a saber, os considerados mais relevantes para a compreensão deste trabalho, poderão ser encontrados no anexo deste, em forma de Glossário. Desta forma, sempre que necessário, os termos confusos ou de significado desconhecido, deverão ser consultados em anexo, sem que no desenrolar do texto tornem-se necessárias maiores explicações a respeito.

Inicialmente deve ficar claro o significado dos termos *hardware* e *software*, visto que:

“É difícil falar de um ambiente de computação sem lidar com os aspectos tanto de hardware como de software (...). Para a maioria dos usuários de sistemas, os componentes de software estão muito mais visíveis. Os usuários poderão mesmo não estar conscientes do hardware envolvido enquanto seus programas são processados.” (TREMBLAY & BUNT, 1983)<sup>31</sup>

- Hardware-Conjunto de componentes físicos (dispositivos mecânicos, magnéticos, elétricos ou eletrônicos) que compõem um sistema de computação.
- Software-Programas, métodos e procedimentos, regras e documentação, necessários ao funcionamento da parte física do computador.

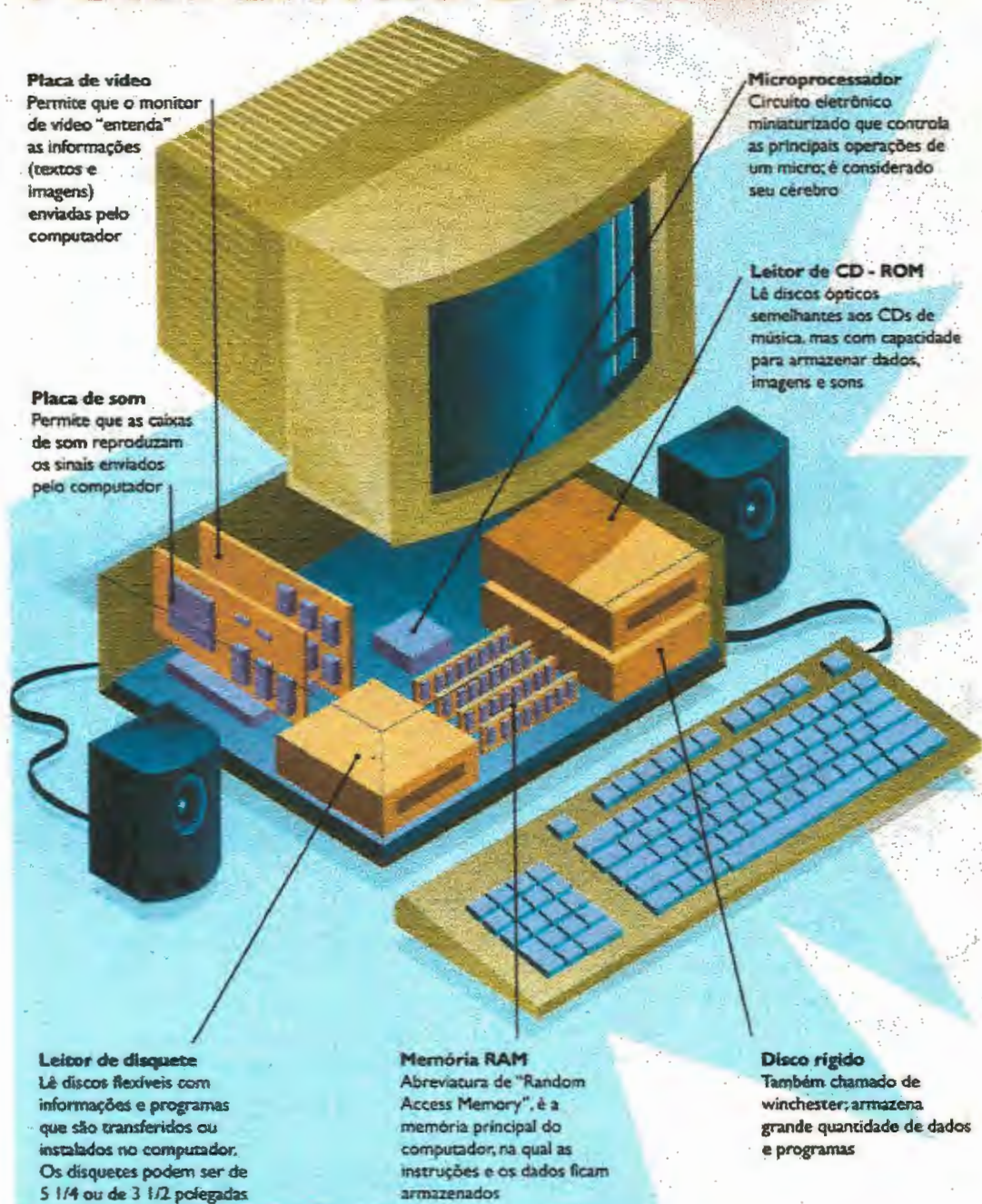
---

<sup>31</sup> TREMBLAY, Jean Paul & BUNT, Richard B. *Ciência dos Computadores: uma abordagem algorítmica*. Ed. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1983.

Os demais termos e suas respectivas definições são apresentados no glossário em anexo, (o qual deve ser consultado para uma melhor compreensão deste texto como um todo), dispostos em ordem alfabética.

A ilustração seguinte descreve com clareza os principais componentes de Hardware dos microcomputadores atuais.

## POR DENTRO DO MICRO



Fonte: Boletim de Informática (Folha de São Paulo - 14/09/1994)

Figura 8 - Descrição Ilustrada do Hardware mais comum nos dias atuais.

## 2.6.3. Computação Gráfica

### 2.6.3.1. Introdução à Compugrafia

Durante muito tempo a comunicação entre o homem e o computador foi realizada através de seqüências intermináveis de números e letras, só possíveis de serem manipuladas por especialistas. Faltava ao computador a capacidade de apresentar e receber imagens. Quando se criaram os equipamentos para geração de desenhos (como o tubo de televisão e o traçador gráfico) e captação de imagens (como a câmara e a mesa digitalizadora) foi possível cobrir tal deficiência.

O termo “COMPUTER GRAPHICS” surgiu provavelmente em 1959, criado por Verne L. Hudson, quando este coordenava um projeto na BOEING para simulação de fatores humanos em aviões. Hoje este termo é definido como a área da ciência da computação que estuda a geração, manipulação e interpretação de modelos e imagens de objetos utilizando computador.

No Brasil, “COMPUTER GRAPHICS” foi vertido para COMPUTAÇÃO GRÁFICA e apesar desta já ser uma expressão bastante difundida, não é uma tradução correta do termo original. Segundo especialistas da área, a tradução correta seria a expressão COMPUGRAFIA. Este termo mais compacto e flexível surgiu a partir da solução adotada pela França que criou o termo *infographie*.<sup>32</sup>

Pode-se subdividir a Computação Gráfica em 3 (três) sub-áreas, segundo PERSIANO (1989)<sup>33</sup>:

•**Síntese de Imagens:** Sub-área que se preocupa com a produção de representações visuais a partir das especificações geométrica e visual de seus

<sup>32</sup> Fonte: FIGUEIRAS, Lúcia V. L. et al. *Fundamentos de Computação Gráfica*. São Paulo, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1987.

<sup>33</sup> PERSIANO, R.C.M.; OLIVEIRA, A.A.F. *Introdução à Computação Gráfica*. São Paulo, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1989.



componentes. É freqüentemente confundida com a própria Computação Gráfica. As imagens produzidas por esta sub-área são colocadas nos chamados *Display-File*.

- **Processamento de Imagens:** Envolve as técnicas de transformação de imagens, em que tanto a imagem original quanto a imagem resultado apresentam-se sob uma representação visual (geralmente matricial). Estas transformações visam melhorar as características visuais da imagem (aumentar contraste, foco, ou mesmo diminuir ruídos e/ou distorções). As imagens produzidas/utilizadas por esta sub-área são colocadas/recuperadas nos chamados *Raster-File*.

- **Análise de Imagens:** Sub-área que procura obter a especificação dos componentes de uma imagem a partir de sua representação visual. Ou seja, através da informação pictórica da imagem (a própria imagem) produz uma informação não pictórica da imagem (por exemplo, as primitivas geométricas elementares que a compõem).

O advento dos computadores pessoais de baixo custo, com terminais gráficos de varredura (*raster graphics displays*), popularizou o uso de gráficos na interação usuário - computador, possibilitando o desenvolvimento de inúmeros aplicativos baratos e fáceis de usar, que dispunham de interfaces gráficas. Introduziu-se então o conceito de *desktop* - uma analogia com uma mesa de trabalho.

Para ativar os programas, o usuário pode selecionar *ícones*, ou usar *buttons* e menus dinâmicos. Objetos são manipulados diretamente através de operações de *pointing* e *clicking* feitas através do mouse. Atualmente, mesmo os aplicativos que manipulam texto (como processadores de texto) ou dados numéricos (como planilhas) usam interfaces desse tipo, reduzindo sensivelmente a interação textual através de teclados alfanuméricos.

Podem ser identificadas duas categorias principais de profissionais

na área de Computação Gráfica: o *usuário* e o *implementador*. O primeiro é aquele cujo contato com esta tecnologia se dá na utilização de sistemas gráficos que o auxiliam em suas atividades normais; este profissional nem sempre possui conhecimentos de programação ou de informática. Nesse grupo estão incluídos a maioria dos profissionais de Arquitetura e Engenharia, nas suas diversas especialidades.

O implementador de sistemas é aquele que desenvolve os programas gráficos e faz a integração dos equipamentos. Para ambos é importante uma formação básica sobre o assunto, o que geralmente não tem ocorrido com a maioria dos usuários incluídos na primeira categoria.

### 2.6.3.2. Sistemas Gráficos

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

O software distingue os sistemas gráficos *dedicados* e os sistemas de *desenvolvimento*. Os primeiros colocam à disposição do usuário apenas o conjunto de programas aplicativos que implementam a função para a qual eles foram construídos. Tais sistemas são considerados “fechados”, uma vez que ao usuário não é o possível alterar o funcionamento do sistema.

No segundo caso, espera-se que o usuário seja também um programador: o sistema possui, ao lado dos programas aplicativos, um número de ferramentas utilitárias. Estes sistemas gráficos foram desenvolvidos no sentido de se padronizar a construção de aplicativos que se utilizam de recursos gráficos, de torná-los o mais independente possível de máquinas e de torná-los, portanto, facilmente portáteis.

Na Compugrafia, a padronização está intimamente ligada à portabilidade. Esta pode ser definida como sendo a facilidade de

adaptação de programas já existentes a ambientes diferentes daqueles em que foram desenvolvidos. O sistema de janelas chamado *XWINDOW* desenvolvido pelo MIT<sup>34</sup> (1988) vem se tornando um padrão, de fato, como software de suporte ao desenvolvimento de sistemas gráficos.

### 2.6.3.3. Hardware Gráfico

Um sistema de Hardware para computação gráfica consiste essencialmente de dispositivos gráficos de entrada e saída (In/Out ou I/O) ligados a um computador. Ao conjunto de dispositivos de I/O gráficos alocados para utilização por uma única pessoa por vez denomina-se genericamente de *estação de trabalho gráfica*, ou *graphics workstation*. Um sistema gráfico pode ter várias estações gráficas, de forma que mais de um dos vários dispositivos de I/O disponíveis podem estar conectados e utilizando o computador hospedeiro.

Virtualmente todos os dispositivos de I/O gráficos usam uma malha retangular de posições endereçáveis - a qual é denominada *retângulo de visualização*. A resolução gráfica de um dispositivo é o número de posições (ou pontos ou *pixels*<sup>35</sup>) horizontais e verticais que ele pode distinguir.

Para um melhor entendimento vamos usar o exemplo elaborado por Nicholas Negroponte (1995):

“Pense numa imagem como uma série de fileiras e colunas de pixels, feito palavras cruzadas, mas sem letras. Para uma dada imagem monocromática qualquer, você pode decidir quantas fileiras e colunas deseja usar. Quanto maior o seu número, menores serão os quadrados, mais finos serão os grãos e melhor o resultado. Mentalmente, coloque essa grade sobre uma fotografia e preencha

---

<sup>34</sup>Massachusetts Institute of Technology

<sup>35</sup>Ver glossário em anexo.

cada quadradinho com um valor de intensidade de luz. Completas, essas palavras cruzadas resultarão numa matriz de números.

No caso da *cor*, têm-se três números por pixel, em geral um para o vermelho, outro para o verde e outro para o azul, ou um para a intensidade, outro para o matiz e um terceiro para a saturação. (...) vermelho, amarelo e azul não são as três cores primárias. As três cores primárias aditivas são o vermelho, o verde e o azul (isto é, na televisão). E as primárias subtrativas são (na impressão) o magenta, o ciano e o amarelo. Não são, pois, o vermelho, o amarelo e o azul.

Em se tratando do movimento, faz-se uma amostragem no tempo-assim como com os quadros de um filme. Cada amostra constitui um quadro (de novo, palavras cruzadas); se os juntarmos e os reproduzirmos numa sucessão rápida o bastante, produziremos o efeito do movimento suave.”(NEGROPONTE, 1995)<sup>36</sup>

Ao dar forma visual às informações processadas, são dispositivos de visualização que garantem a comunicação entre o computador e o usuário. Com relação aos monitores de vídeo, uma característica importante é o padrão que define a quantidade de pontos para a formação da imagem na tela. Os de padrão superVGA (vídeo graphics array), que vem se popularizando nos últimos anos, mostram pelo menos 800 pontos horizontais e 600 verticais, podendo subir para 1024 e 768. No caso de produtos destinados a aplicações gráficas específicas e de uso profissional, os números podem se elevar ainda mais, até o máximo de 1600 horizontais por 1280 linhas verticais.

Outro fator que determina a qualidade das figuras e caracteres exibidos por um monitor é a distância entre os pontos que formam a imagem, conhecidos como *dot pitch*. É por esses minúsculos pontos que incidem os raios de luz nas cores vermelha, verde e azul que representam o sistema RGB (do inglês: red, green and blue). Quanto menor for a

---

<sup>36</sup> NEGROPONTE, Nicholas. *A Vida Digital*. Cia das Letras, São Paulo, 1995.

distância entre estes pontos, menor o dot pitch e maior o número de linhas que podem ser mostradas no visor (padrão atual: dot pitch de 0,28 mm).

A placa controladora de vídeo é o cérebro do sistema de vídeo. É ela que instrui o monitor a comandar a emissão de raios de luz. Quanto maior a memória da controladora, mais detalhes e cores serão capturados por ela e transportados até o monitor.

Nos caso das impressoras, o leque de opções é enorme. As impressoras matriciais, como impressoras de impacto, podem trabalhar com várias vias ao mesmo tempo, usar papel carbono, formulários multi-vias sem carbono e outras folhas que dependam do impacto da cabeça de impressão para tirar várias cópias de uma só vez. As matriciais comuns tem 9 ou 24 pinos. Quanto mais pinos, melhor a qualidade da impressão e de acordo com o modelo a velocidade de impressão pode variar de 120 a 380 caracteres por segundo (cps).

As impressoras a jato de tinta dispõem de cabeças de impressão que percorrem toda a extensão da página, colocando uma linha de dados completa a cada passada, como as matriciais. A diferença é que as máquinas a jato de tinta imprimem em pontos bem menores, obtendo com isso um resultado gráfico superior. A velocidade destas máquinas costuma variar de 200 a 300 cps e em modelos superiores além de melhorar este desempenho a resolução da imagem pode chegar a 720 pontos por polegadas (dpi).

As impressoras mais avançadas do mercado são as que trabalham com o sistema laser, que conseguem aliar a velocidade de impressão à fidelidade de imagens, utilizando a mesma tecnologia das copiadoras para fundir tinta em pó na superfície a ser impressa. Um microprocessador determina as áreas que devem ser tingidas pelo tonner, através de um

processo conhecido como RIP (raster image processing). O nome se refere à forma como os caracteres e gráficos são construídos pelo controlador da impressora. Alguns modelos mais sofisticados chegam a imprimir 16 páginas por minuto, oferecendo uma resolução de 1200 dpi.

### **DISPOSITIVOS DE ENTRADA**

São os dispositivos que permitem o estabelecimento da comunicação usuário-máquina. É importante que os programadores de sistemas e aplicativos gráficos compreendam a natureza dos principais dispositivos de entrada, de forma a selecioná-los adequadamente em função da natureza das informações a serem tratadas e do grau de dificuldade que os usuários enfrentarão para exprimir informações.

Os dispositivos de entrada mais comuns são: *teclado, Light Pen, Joysticks, Mouse, Scanners e Mesa Digitalizadora*. A descrição detalhada de cada um destes pode ser encontrada no glossário em anexo.

### **DISPOSITIVOS DE SAÍDA**

Os dispositivos de saída gráficos podem ser de natureza digital ou analógica, resultando em duas classes de gráficos, denominados *vector graphics* (gráficos vetoriais), que desenhavam figuras traçando seqüências de segmentos de reta (vetores); e *raster graphics* (gráficos de varredura, ou matriciais), que desenhavam figuras pelo preenchimento de uma matriz de pontos (pixels). Tanto para o implementador de sistemas como para o usuário é importante conhecer as características de cada uma dessas tecnologias para sua melhor utilização. A seguir são citados os tipos de dispositivos sendo que sua descrição de forma mais detalhada, pode ser encontrada no glossário em anexo.

**DISPOSITIVOS GRÁFICOS VETORIAIS:** *Traçadores (plotters) de mesa e de rolo; Terminais de Vídeo CRT (Cathode Ray Tube); e Terminais CRT com memória.*

DISPOSITIVOS GRÁFICOS MATRICIAIS: *Impressoras Matriciais; Impressoras Gráficas a Jato de Tinta e a Laser; e Terminais de Vídeo de Varredura (Raster Scanning VDUS).*

#### 2.6.3.4. Aplicações

As aplicações da Computação Gráfica nas mais diversas áreas do conhecimento humano tem crescido assustadoramente a cada ano.

Algumas destas aplicações são abaixo listadas, com base em TRAINA(1994)<sup>37</sup> e, sendo este um trabalho de pesquisa que se propõe a discutir problemas das áreas de engenharia e arquitetura, são

abordados algumas das aplicações nesta área. Esta abordagem neste momento, possui um caráter

puramente conceitual, visto que, no capítulo IV do mesmo, são apresentadas com uma preocupação eminentemente prática, várias aplicações da Computação Gráfica voltadas para o setor de edificações.



Fonte: Computer Graphics World (Junho/1992)

Figura 9 - Animação que auxilia na avaliação de diferentes parâmetros como estrutura, materiais e cores, em uma proposta para um complexo de escritórios em Uppsala, Suécia. Criado por Niels Torp Architects (Noruega) usando o software TDI's Explore

#### INTERFACES

Atualmente, a maioria dos aplicativos para computadores pessoais e estações de trabalho dispõem de interfaces gráficas baseadas em janelas, menus dinâmicos, ícones, etc.

#### TRAÇADO INTERATIVO DE GRÁFICOS

Aplicativos voltados para usuários em ciência, tecnologia e negócios geram gráficos que ajudam na tomada de decisões, esclarecem

<sup>37</sup>TRAINA, Agma J. M.; OLIVEIRA Maria C.F. *Introdução à Computação Gráfica (Não Publicado)*. Apostila Nº 1. ICMS/USP, São Carlos, 1994.

fenômenos complexos e representam conjuntos de dados de forma clara e concisa.

### **CONTROLE DE PROCESSOS**

Sistemas de controle de tráfego aéreo e espacial, sistemas de controle de refinarias e de usinas de energia mostram graficamente os dados coletados por sensores conectados a componentes críticos dos sistemas, de forma que os operadores possam responder adequadamente a condições críticas.

### **CARTOGRAFIA**

A computação gráfica é usada para produzir representações precisas e esquemáticas de fenômenos naturais e geográficos obtidos a partir da coleta de dados.

### **AUTOMAÇÃO DE ESCRITÓRIOS E EDITORAÇÃO ELETRÔNICA**

O uso de gráficos na disseminação de informações cresceu muito depois do surgimento de software para editoração eletrônica em computadores pessoais. Esse tipo de software permite a criação de documentos que combinam texto, tabelas e gráficos - os quais podem ser “desenhados” pelo usuário ou obtidos a partir de imagens digitalizadas.

### **PROJETO E DESENHO AUXILIADO POR COMPUTADOR**

Neste tipo de aplicação sistemas gráficos interativos são utilizados para projetar componentes, peças e sistemas de dispositivos mecânicos, elétricos, eletromecânicos e eletrônicos. Isto inclui edifícios, carcaças de automóveis, aviões e navios, chips, sistemas ópticos, redes telefônicas e de computador. Eventualmente, o usuário deseja apenas produzir desenhos precisos de componentes e peças. Mais freqüentemente, o objetivo é interagir com um modelo computacional do componente ou sistema



sendo projetado, de forma a testar propriedades estruturais, elétricas ou térmicas, até atingir um projeto satisfatório.

### **SIMULAÇÃO E ANIMAÇÃO PARA VISUALIZAÇÃO CIENTÍFICA, LAZER, ARTE E PUBLICIDADE**

A visualização científica nasceu da necessidade de interpretar as quantidades prodigiosas de dados produzidas por programas em supercomputadores sem resumir os dados e identificar tendências e fenômenos através de representações gráficas. Surgiram assim, as animações computadorizadas do comportamento variante no tempo, de objetos reais ou simulados. Tais animações podem ser utilizadas para estudar entidades matemáticas abstratas e modelos matemáticos de fenômenos como fluxo de fluidos, relatividade, reações químicas e nucleares, deformação de estruturas mecânicas sob diferentes tipos de pressão, etc. Outras aplicações tecnológicas avançadas incluem a produção de desenhos animados efeitos especiais para filmes e comerciais de TV, que requerem mecanismos sofisticados para modelar objetos e para representar luz e sombra.

#### **2.6.3.5. Aplicações no Setor de Edificações**

Com base em alguns dos aspectos básicos da Compugrafia, os quais foram apresentados acima, é possível compreender melhor a complexidade embutida na concepção dos programas de CAD direcionados para arquitetura e engenharia. Dentro deste contexto são descritas a seguir algumas das possibilidades oferecidas pela maioria destes programas, de acordo com as suas especialidades. Vale ressaltar que os recursos apontados a seguir são encontrados de forma geral no conjunto de programas existentes no mercado e que dificilmente podem ser observados todos estes recursos reunidos em um mesmo software.

## **AEROFOTOGRAMETRIA, SENSORIAMENTO REMOTO E PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS**

Com os sistemas de informações geográficas (GIS - Geographics Information Systems) é possível o traçado de curvas de nível e visualização através de cores e texturas de declividades, perfis longitudinais e transversais dos eixos das ruas, loteamentos, drenagem superficial, etc.

### **MODELAGEM DO TERRENO**

A partir das curvas de nível, é modelado automaticamente o terreno em 3D, podendo-se criar planos horizontais e inclinados, perfis longitudinais (visualização de cortes e aterros) e fornecer os dados para o cálculo do volume de terra a ser movimentado (módulos acoplados ao programa, na sua maioria).

### **DESENHO E EDIÇÃO EM 2D E 3D**

Existem conjuntos de macro-funções que desenham, criam e modificam automaticamente paredes, aberturas, lajes, vigas, pilares, forros, pisos, como também permitem o desenvolvimento completo e detalhado de um projeto inteiro, a visualização em perspectiva, ou qualquer outra vista de elevação do modelo em 3D; funções específicas para a criação de modelos sólidos usando primitivas 3D como blocos, cilindros, esferas, malhas de superfícies e superfícies de revolução, que são usadas para a criação de objetos de arquitetura como pisos, paredes, colunas, domos, superfícies onduladas, moldes completos e tubulações.

### **BIBLIOTECAS DE SÍMBOLOS**

Inserção automática de portas, janelas, escadas e rampas com corrimão e estrutura, acessórios de banheiro e cozinha, incluindo torneiras e metais, opções de mobiliário, vegetação, etc. a partir de bibliotecas que podem ser criadas e personalizadas definindo, por

exemplo, esquadrias as mais variadas, com qualquer tipo de folhas, telas, persianas, grade, marco, soleira e guarnição.

### **DIMENSIONAMENTO AUTOMÁTICO E ASSOCIATIVO**

Quando são removidas portas e janelas, as paredes são redesenhadas automaticamente. As dimensões são automaticamente recalculadas conforme modificações no projeto. Linhas de cota totalizadoras, parciais, de eixo ou limites, níveis e inclinações, são geradas automaticamente.

### **MODELAGEM DA COBERTURA**

Geração de planos tridimensionais da estrutura do telhado incluindo a totalidade do madeiramento necessário, ripas e os elementos complementares, podendo-se selecionar tipos diferentes de telhas e madeiras. A alternativa escolhida pode ser trabalhada interativamente, modificando ângulos, oitões e cotas de beirado até a solução desejada além do ajuste automático de paredes com o telhado.

### **CORTES, PERSPECTIVAS E FACHADAS**

Plantas baixas, cortes e elevações com alto grau de detalhe, com representação diferenciada dos elementos cortados e em planta para uma melhor visualização; Tanto os cortes como as vistas geradas podem ser utilizados ilimitadamente em um, ou vários documentos de trabalho; Organização virtual de plantas, cortes, fachadas e perspectivas em diferentes escalas e tamanhos; Os planos podem ser cortados de várias formas. Plotagens e Impressões em diversas escalas.

## RENDERIZAÇÃO

A partir dos projetos em 3D são aplicadas às imagens, sombras, texturas de diversos tipos de materiais e transparência, milhões de cores e pontos de luz artificial e solar, gerando imagens foto-realísticas. Estas



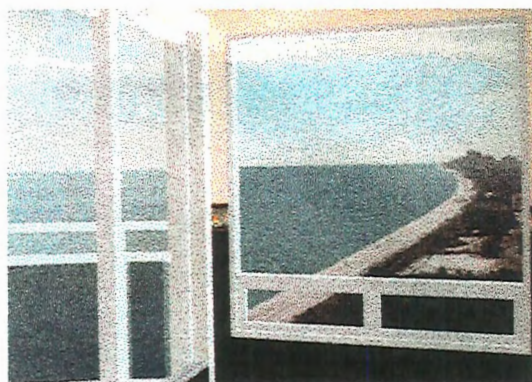
Fonte: Computer Graphics World (Junho/1992)

Figura 10 - Através da simulação de iluminação e cores, o cliente pode visualizar claramente como são as variações da aparência durante o dia e à noite. Imagens criadas pelo escritório *The Callison Partnership* usando a plataforma Intergraph.

texturas podem ser escaneadas ou geradas por algum programa. Sobre a imagem “pintada” pode ser intensificada, diminuída ou apagada a incidência de luz para a obtenção de efeitos; Aplicação de imagens de fundo como: céus, diferentes tipos de vegetações, ou edificações existentes.

## EDIÇÃO DE IMAGENS, ANIMAÇÃO E REALIDADE VIRTUAL

Possibilidade de “passeio virtual” dentro da maquete eletrônica, subindo e descendo os diferentes pisos pelas escadas, selecionando os percursos livres e ajustando as posições das câmeras automaticamente.



Fonte: Computer Graphics World (Junho/1992)

Figura 11 - Apartamento com vista para o mar simulada pelo software Wavefront. Simulação gerada em uma estação Silicon Graphics. Naples, Flórida

Figura 12 -  
Modelagem feita  
no Autocad e  
animado com o  
3D Studio.  
Implantação  
simulada de uma  
edificação.  
(Michael Sechman  
and Associates)



### **DETALHAMENTO DOS PROJETOS DE INSTALAÇÕES**

Desenvolvimento de Projetos de Instalações de edificações residenciais, prediais, comerciais e industriais a partir do projeto arquitetônico em 2D ou 3D, totalmente de acordo com as normas do país, permitindo a flexibilidade de criação de novas simbologias e materiais, além da integração de amplas facilidades de desenho com poderosos recursos de cálculo.

### **PROJETOS DE ESTRUTURAS**

Automatização do projeto de edifícios fazendo a análise, dimensionamento, detalhamento e elaboração de desenhos finais de pilares, vigas, lajes e fundações de maneira totalmente automática, com total liberdade para a concepção estrutural, integrando desenho de detalhes, projetos de fabricação e instruções de montagem.

### **CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS**

A idéia básica de todos os programas de CAD direcionados para arquitetura e construção parecem apontar para o mesmo objetivo: permitir a visualização concreta, mais próxima do real, com uma interface que facilite cada vez mais o uso por profissionais da área; Recompensar o investimento em hardware e software, com um alto padrão de qualidade

dos projetos; Possibilitar uma boa entrada de dados, seja ela numérica, gráfica, ou textual; Estimular o uso de recursos de realidade virtual principalmente como um poderoso instrumento de atração para o cliente. Melhorar a qualidade na documentação impressa; obtenção de quantitativos de custos a partir do modelo em 3D e uma maior participação do cliente/usuário na elaboração do projeto.

Além de todas estas possibilidades levantadas podem ser citadas as interfaces facilitadas dos programas de gerenciamento e controle de obra, recursos gráficos para a elaboração de cronogramas, organogramas, dentre outros.

## 2.6.4. Sistemas Especialistas

### 2.6.4.1. Aspectos Básicos

Segundo Dreyfus<sup>38</sup> (1991):

“Nenhuma máquina, apesar de sua velocidade e capacidade de armazenamento, tem a mesma performance que os especialistas humanos, que elaboram suas regras de utilização”.<sup>39</sup>

Se a inteligência for entendida como a habilidade de se compreender situações novas e se esta capacidade estiver presente em um computador, então o computador poderia ser qualificado como inteligente, mas sem dúvida como uma inteligência artificial.

#### **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Inteligência Artificial é a ciência que busca imitar as técnicas e capacidades do ser humano através de computadores. Ou seja, o objetivo principal das pesquisas em IA. é capacitar o computador a executar funções que são desempenhadas pelo ser humano usando conhecimento e raciocínio. Atualmente, as pesquisas conduzidas na área de Inteligência Artificial podem ser englobadas em quatro campos primários:

- **Processamento de linguagem natural:** Tem por finalidade principal fazer com que o computador se comunique usando português, inglês e outros idiomas. Para tanto, são estudadas as formas como os homens se comunicam e tentam modelar seus processos.

- **Visão e Robótica:** Robótica é o estudo da organização básica e operação de robôs baseados em computadores e está diretamente ligada à pesquisa em manipuladores, sensores, linguagens de programação,

---

<sup>38</sup>Filósofo, Universidade de Berkeley (Califórnia).

<sup>39</sup>PESSIS-PASTERNAK, Guita. *Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas Se Interrogam*. Tradução de Luiz Paulo Rouanet, Editora Unesp, São Paulo, 1993.

planejamento e inteligência de máquina. Um dos principais sensores de um robô é a visão. Para desenvolver um mecanismo de visão eficiente é necessário que sejam resolvidos não só problemas de reconhecimento de imagens mas também, de interpretação de cenas.

- Redes Neurais: É um método de representação do conhecimento que simula certos processos biológicos. Para entender como ele funciona, é preciso ter noções de funcionamento do cérebro humano.

- Sistemas Especialistas: São sistemas inteligentes carregados com um conhecimento específico, que imitam a forma humana de solucionar problemas neste domínio de conhecimento, através de buscas heurísticas.

Dentro deste contexto, começaram a ser desenvolvidos estes programas de computador com propósito específico, sistemas que eram especialistas em alguma área limitada do conhecimento. Esses programas foram chamados Sistemas Especialistas, que numa concepção ampla podem ser entendidos como:

“(...) programas de computador que procuram reproduzir a habilidade humana de resolver problemas que estejam confinados a um domínio de conhecimento bem determinado e restrito”.<sup>40</sup>

### **SISTEMAS BASEADOS EM CONHECIMENTO E SISTEMAS ESPECIALISTAS**

Sistemas Baseados em Conhecimento podem ser definidos como programas de computador que usam conhecimento representado explicitamente, para resolver problemas. Nos S.B.C.'s, o modelo de resolução de problemas no domínio de aplicação pode ser visto como uma entidade explicitamente separada denominada de Base de Conhecimento - B.C. - que é tratada por um componente de controle claramente

---

<sup>40</sup> MONARD, Maria.C. & RODRIGUES, Solange. R. *Sistemas Baseados em Conhecimento Conceitos Fundamentais e Aplicações*. Notas do ICMSC/USP, trabalho realizado com auxílio da FAPESP e CNPq. São Carlos, SP, 1993.



identificável: o Motor de Inferência, capaz de tomar decisões com base no conhecimento armazenado na B.C., de responder questões do usuário no domínio desse conhecimento, bem como de determinar as conseqüências implicadas por este conhecimento.

Os Sistemas Especialistas constituem uma classe específica dos S.B.C.'s que pode ser identificada principalmente pela fonte de conhecimento em questão. Além de conhecimento intuitivo que é comum aos dois tipos de sistemas, os S.E.'s tem conhecimento acadêmico e os S.B.C.'s têm uma variedade maior de conhecimento ordinário. Para um S.B.C. ser chamado de S.E. ele tem que apresentar algumas características principais: A mais importante é, sem dúvida, a capacidade de fornecer soluções a nível de especialista, para problemas complexos. A segunda característica é a flexibilidade, isto é, o sistema deve ser flexível o suficiente, para poder aplicar seu conhecimento a novos tipos de problemas. Além disso, os S.E.'s devem ser capazes de explicar o seu raciocínio, ou seja, porquê necessitam de informações externas, como chegaram a determinadas conclusões, etc.

Um Sistema para ser considerado Especialista deve conter no mínimo três elementos: a *Base de Conhecimento* que possui o conhecimento especializado que o sistema deve usar para resolver problemas dentro do domínio selecionado; a *Máquina ou Motor de Inferência*, que é responsável pelo processamento do conhecimento da B.C. usando alguma linha de raciocínio e contém o conhecimento geral para a solução de problemas; e a *Interface com o usuário*.

#### **2.6.4.2. Base de Conhecimento**

A Base de Conhecimento é o componente vital de um S.E. Nela deve ser armazenado todo o conhecimento necessário para resolver o problema específico. Pode-se afirmar assim, que a B.C. de um S.E. contém

o conhecimento adquirido sobre um certo domínio, através de uma determinada forma de representação. Este conhecimento está separado das outras partes do sistema.

### **AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO**

A Aquisição de conhecimento visa a extração de fontes de conhecimento adequadas (livros, estudos de caso, relatórios, dados empíricos e da própria experiência de especialistas), e posterior organização para uma representação na B.C., através de uma estrutura formal.

Usando como parâmetro de classificação a forma com que os métodos de aquisição do conhecimento são aplicados temos os métodos manuais e os automatizados . Estes, podem ser usados de forma combinada visto que, não há um método que seja suficiente para uma aquisição de conhecimento completa.

Os métodos manuais básicos como entrevistas, questionários, técnicas de caso e tarefas são os mais usados, mas esta abordagem pode ser complicada devido a fatores tais como: dados incompletos ou inconsistências causadas por integração de dados provenientes de varias fontes. Os métodos manuais com execução de tarefas como análise de protocolo verbal, análise de interrupção, podem ser usados em combinação com os anteriores para motivar a lembrança do conhecimento não lembrado pelo especialista.

Entre os métodos automatizados podemos salientar a indução de conhecimento. Nesta abordagem, é usado um programa de computador que, através do exame dos dados de entrada, gera regras de conhecimento que podem ser usadas na Base de Conhecimento do S.E. Esta forma de aquisição de conhecimento é justificável quando há grande quantidade de dados disponíveis.

Certamente a maior dificuldade na etapa de aquisição do conhecimento está na identificação de qual o conhecimento necessário e em como sistematizá-lo em um processo lógico para solução de um problema. No caso de um especialista, por exemplo, (a partir do qual deve ser obtido o conhecimento através de uma série de entrevistas de forma intensiva e sistemática), pode-se observar o seguinte:

São apresentados ao especialista humano, tipos de problemas reais que o sistema especialista está sendo projetado para resolver, contudo, isto não garante que os resultados desejados sejam obtidos, pois a maioria dos especialistas têm grande dificuldade em explicitar o processo de raciocínio que empregam na solução de problemas. Quanto mais experiente um especialista, mais difícil é para ele descrever o conhecimento que emprega na solução de problemas e de formalizar o seu processo de raciocínio. (BELHOT, 1993)<sup>41</sup>

### **REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Existem várias técnicas de representação do conhecimento, as quais podem ser usadas isoladamente ou de forma híbrida utilizando-as em conjunto na construção de um S.E.

O termo “regras de produção” faz referência à técnica mais popular e mais empregada de representação do conhecimento, chamada de “IF-THEN”. Em um S.E. que adote esta técnica de representação, o conhecimento sobre o domínio transforma-se em um conjunto de regras que são utilizadas para avaliar e comparar os fatos ou informações disponíveis sobre uma situação que esteja sendo analisada(examinada). Quando os fatos satisfazem a parte *se* da regra, a ação especificada na parte *então* é executada.

---

<sup>41</sup> BELHOT, Renato V. *Conceitos e Desenvolvimento de Sistemas Especialistas*. Publicação 063/93, EESC/USP, pg. 42, São Carlos-SP, 1993.

Na técnica de objetos estruturados, a apresentação do conhecimento é feita com base na estrutura de uma rede, ou seja, através de arcos e nós, e podem ser do tipo Redes Semânticas e *Frames*.

As Redes Semânticas tratam objetos e relações entre eles. Os nós em uma rede semântica representam objetos, conceitos ou eventos, e os arcos podem ser definidos de várias formas, dependendo da relação que se deseja representar como: “é-um”, “parte-de”, “instância-de”, usado por; etc.

No campo da Inteligência Artificial, o termo *frame* refere-se a uma maneira especial de representar conceitos e situações comuns. Frame é uma estrutura para se representar um objeto ou uma classe de objetos sendo que o conceito em cada nó é definido por uma coleção de atributos e pelos valores destes atributos ou compartimentos (slots). Cada slot tem procedimentos computacionais associados que são acionados para incluir, modificar, ou deletar uma informação.

#### **2.6.4.3. Máquina ou Motor de Inferência**

As questões que dizem respeito à representação deste conhecimento nos sistemas especialistas estão relacionadas com o seu motor de inferência, no qual devem ser identificados os processos de solução e os métodos de representação do conhecimento contido na B.C.. Ou seja, todo o conhecimento geral para a solução de problemas, como resolvê-los, mecanismos de busca e ordenação é chamado de Máquina de Inferência.

“A busca pode ser entendida como o processo de transformar uma situação dada (estado normal) em uma situação desejada (estado final), usando um conjunto de operadores. Nesse sentido, o processo para resolver problemas resume-se em encontrar a seqüência de operadores que levem do estado inicial ao estado final. O processo de derivar conclusões (processos de busca), via

alguma estratégia, dentro da base de conhecimento é chamado inferência.”(BELHOT, 1993)<sup>42</sup>

Alguns mecanismos básicos podem ser utilizados nesse processo de geração de conclusões, os quais, são responsáveis pela busca, poda e organização das informações junto a base de conhecimento. São estes: busca heurística, ferramentas analíticas (como programação linear, programação dinâmica, teoria das filas, etc.), raciocínio dirigido às restrições e raciocínio hierárquico.

Algumas ferramentas de desenvolvimento de sistemas especialistas permitem a escolha de vários esquemas de inferência ou de procedimentos de busca. Nos sistemas construídos com o auxílio destas ferramentas, existe a possibilidade de se controlar a estratégia de inferência mais indicada a cada situação, ou seja, a escolha é dependente do estado do sistema.

#### **2.6.4.4. Interface com o Usuário**

Considerando que a maioria dos sistemas especialistas são realmente assistentes “inteligentes”, a interface com o usuário deve ser projetada de forma a permitir um diálogo interativo.

O conhecimento armazenado no S.E. deve ser facilmente atualizável, além de aceitar a descrição de um problema em qualquer forma e transformá-la em esquemas próprios de representação, o que configura a importância de uma interface amigável. O sistema também deve ser capaz de verificar a consistência da descrição do problema e dos dados de entrada, bem como fornecer ao usuário alguma indicação ou medida de uma possível inconsistência.

---

<sup>42</sup> BELHOT, Renato V. op. cit. p. 30.

Como a interface com o usuário é o componente do sistema responsável pela comunicação entre o usuário e o sistema, é através dela também que se obtém a aceitação do sistema especialista. Para ressaltar a relevância desta questão vale a pena lembrar que:

“(...) a tendência dos softwares atuais de eliminar a necessidade de conhecimento de programação, por parte do usuário, reforça a importância dessa interface, principalmente no caso de softwares para sistemas especialistas.”<sup>43</sup>

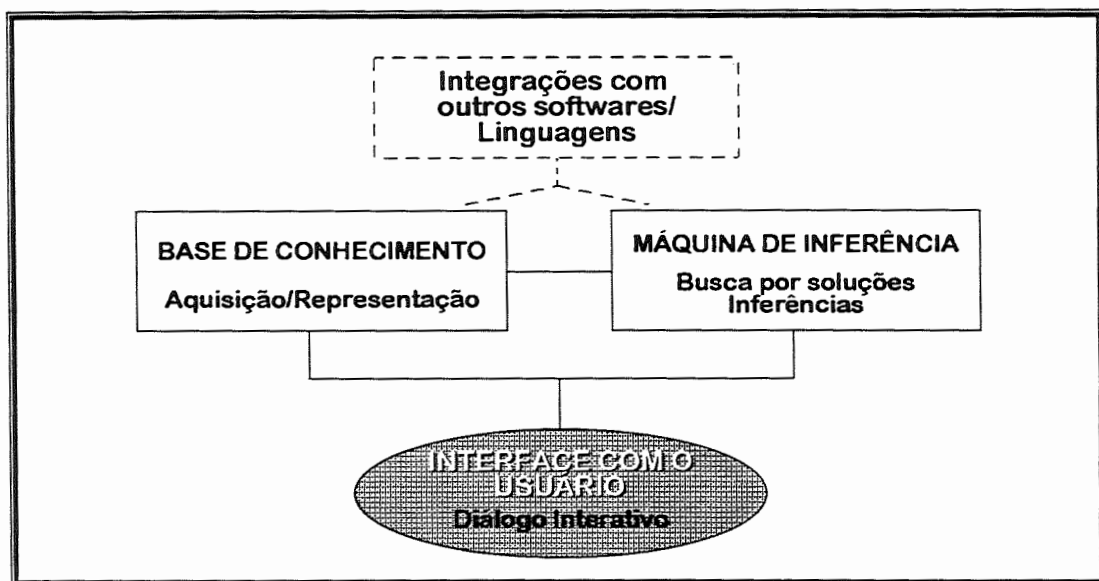


Figura 13 - Estrutura de um S.E.

#### 2.6.4.5. Ferramentas de Desenvolvimento

Para obter a síntese destes conceitos em forma de um programa de computador, é possível lançar mão de pelo menos duas opções: construir um programa em uma linguagem específica, ou utilizar um software específico (shell) disponível comercialmente, que nada mais é que um Sistema Especialista com a Base de Conhecimento vazia e que, por isso, admite o armazenamento de diferentes tipos de conhecimento.

<sup>43</sup> BELHOT, Renato V. op. cit. p. 38.

Segundo BELHOT(1993):

“Em um shell, software projetado especificamente para o desenvolvimento de sistemas especialistas, todos os formalismos necessários para a representação do conhecimento, para a inferência e controle desse conhecimento, e as outras interfaces necessárias já estão projetadas e integradas. Neles, só é preciso instalar o conhecimento sobre o domínio escolhido, segundo o esquema particular de representação”<sup>44</sup>.

Os shells representam um grande avanço no desenvolvimento de sistemas especialistas pelo fato de eliminarem a necessidade de programação, reduzindo assim o tempo e a quantidade de recursos necessários durante a implementação. Entretanto, perde-se um pouco de flexibilidade com a utilização desta ferramenta. Normalmente esta falta de flexibilidade está relacionada com às limitações na representação do conhecimento.

#### **2.6.4.6. Aplicações na Arquitetura e Engenharia**

As informações que dizem respeito ao projeto e à produção de uma edificação, trazem consigo uma complexidade inerente ao conhecimento armazenado pelos profissionais desta área, no decorrer de suas experiências práticas. Quantificar, organizar, reproduzir estes conhecimentos, e por assim dizer, fazer com que o sistema especialista “imite” a seqüência de raciocínio de um arquiteto ou engenheiro, certamente é a maior dificuldade encontrada no desenvolvimento dos aplicativos com esta finalidade.

A utilização de Sistemas Especialistas na Arquitetura e Construção ainda é pouco difundida e tem-se conhecimento, por exemplo, de módulos “experts” inseridos em programas maiores como os aplicativos para cálculo estrutural e alguns programas de CAD.

---

<sup>44</sup> BELHOT, Renato V. op. cit. p.42.

Maiores informações sobre as possibilidades de utilização destas ferramentas na arquitetura e engenharia são abordadas nos capítulos III e IV, além de um exemplo prático do desenvolvimento de um protótipo de um S.E., que está inserido no Anexo “B” deste documento. Pode-se afirmar entretanto, que o trabalho conjunto de profissionais destas áreas distintas (Inteligência Artificial e Arquitetura/Engenharia), talvez seja o caminho mais viável para um maior avanço deste tipo de pesquisa.

## **2.6.5. Bancos de Informações**

### **2.6.5.1. Introdução**

Em se tratando de manipulação de informações, uma das áreas de pesquisa mais importantes em Informática é a área de Banco de Dados. A terminologia científica muitas vezes é confusa quanto a utilização dos termos *dados e informações*. Neste trabalho, o conceito de informação será entendido como mais completo, abrangendo qualquer tipo de conteúdo (gráfico, conceitual, numérico, etc.) ao qual podem estar atrelados um número variável de dados.

Entretanto, os conceitos apresentados a seguir, obedecem à nomenclatura usual e fazem referência ao termo Banco de Dados, para qualquer conjunto de informações armazenadas de forma lógica, que pode ser acessado e consultado para diferentes fins.

### **2.6.5.2. Modelos de Dados**

Um *modelo de dados* define um conjunto de conceitos que servem para expressar a semântica dos dados de determinada aplicação. O objetivo principal é o desenvolvimento de modelos que ofereçam mais flexibilidade de modelagem aos projetistas de bancos de dados, sem estar restrito a uma estrutura de implementação. Um *Sistema de*



*Gerenciamento de Banco de Dados* (SGBD) é desenvolvido com base em um modelo de dados.

Os primeiros Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBDs) foram desenvolvidos visando aplicações na área comercial, que envolvem estruturas de dados de natureza simples. Esses sistemas vieram em auxílio aos programadores liberando-os da árdua tarefa de introduzir em seus programas, o gerenciamento dos dados.

Com os avanços da Informática, novas aplicações envolvendo grande volume de dados, evidenciaram a necessidade de SGBDs com recursos adicionais àqueles oferecidos pelos sistemas tradicionais. Estas aplicações são comumente chamadas de *não convencionais* e nessa categoria se enquadram: projetos de engenharia (CAD, CAE, etc.), sistemas baseados em conhecimento, automação de escritório, processamento de imagem, etc.

Os elementos relevantes nas aplicações tradicionais são chamados de *entidades* e a partir das aplicações não convencionais passaram a ser chamados de *objetos*. Os SGBDs tradicionais amplamente utilizados para suporte a aplicações comerciais, foram desenvolvidos tendo como base o modelo *hierárquico*, em *redes* ou o *relacional*<sup>45</sup>. Dentre esses modelos, o modelo relacional tem mostrado ser de grande importância devido à sua simplicidade, facilidade de uso, à linguagem de consulta que é baseada em operações simples sobre tabelas, entre outras características.

Para aplicações cujos dados envolvidos são muito complexos, há uma variedade de extensões do modelo relacional, cujas características dependem da finalidade para a qual estas foram feitas. Uma outra

---

<sup>45</sup> Ver glossário em anexo.

categoria de sistemas para dar suporte aos dados complexos das aplicações é aquela baseada em modelos de dados *orientados a objetos*<sup>46</sup>.

### 2.6.5.3. Projeto Lógico de Banco de Dados

Pode-se considerar que o processo de Projeto Lógico de um Banco de Dados é alimentado com um conjunto de entrada composto por requisitos de informação (objetivo do sistema de banco de dados, definição dos dados a serem incluídos, descrição do uso dos dados, etc.), requisitos de processamento (volume de dados, frequência de processamento), especificações do Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) e a configuração do hardware e sistema operacional. Podemos subdividir o Projeto Lógico nas seguintes etapas:

#### **FORMULAÇÃO E ANÁLISE DE REQUISITOS:**

Coleta de informação e requisitos de processamento, junto aos usuários potenciais do sistema. Nesta etapa, ocorre a seleção das informações relevantes. Tal seleção deve considerar os objetivos a serem alcançados com a elaboração do banco de informações.

#### **PROJETO CONCEITUAL:**

Consiste na representação das necessidades dos usuários através de uma estrutura que represente o banco de informações do sistema. O objetivo desta etapa de trabalho, é representar a informação de uma forma compreensível, que seja independente de qualquer SGBD específico, porém implementável em vários destes sistemas. Como resultado desta etapa, pode-se obter o *esquema conceitual* do banco.

O processo de projeto conceitual estrutura-se basicamente em quatro passos: seleção de entidades, seleção dos atributos, identificação dos atributos chave e seleção dos relacionamentos entre as entidades.

---

<sup>46</sup> Ver glossário em anexo.

Para auxiliar o projeto conceitual são usadas ferramentas oferecidas pelos modelos de dados semânticos, que geralmente se valem de recursos gráficos, que permitem fornecer uma visão global da estrutura do banco.

### **MAPEAMENTO PARA O MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO**

O objetivo básico desta etapa é a utilização dos resultados obtidos no Projeto Conceitual para a criação de um esquema processável por um SGBD. Nessa etapa deve ser criada a estrutura básica do Banco de Informações, devendo-se porém visualizar características como indexação, compressão de dados, etc., a serem implementadas.

No caso de escolha do modelo relacional como modelo de implementação, as atividades básicas realizadas são a tradução das entidades e dos relacionamentos para o esquema relacional. Isso se tornará possível a partir de uma seqüência de passos básicos a serem seguidos.

#### **2.6.5.4. Projeto Físico**

Esta etapa é dedicada à criação de índices, definição de métodos de compressão de dados, escolha de caminhos de acesso, etc. Segundo ELMASRI (1994):

“Projeto Físico de um Banco de Dados é o processo de escolha das estruturas de armazenamento específicas e seus caminhos de acesso para que os arquivos de base de dados obtenham uma boa performance nas suas várias aplicações.”<sup>47</sup>

Uma vez definido o SGBD a ser utilizado, o processo de projeto físico se restringirá à escolha das estruturas mais apropriadas para os arquivos de base de dados, dentre as opções oferecidas pelo SGBD.

---

<sup>47</sup> ELMASRI, R. & NAVATHE, S.B. *Fundamentals of Database Systems*. The Benjamin/Cummings, 1994, p. 473.

### 2.6.5.5. Implementação

Após a conclusão dos Projetos Lógico e Físico, deve ser implementado finalmente o Banco de Dados no SGBD escolhido. Nesta fase deverão ser efetuados testes de validação, pois é muito freqüente o caso de novas aplicações se tornarem necessárias após o sistema de banco de dados ter sido implementado, demandando que novas consultas e transações sejam especificadas. Podem ser necessárias modificações em algumas das decisões do Projeto Físico numa certa ordem, para incorporar estas novas aplicações do sistema.

### 2.6.5.6. Aplicações

As aplicações convencionais, como por exemplo, *Controle de Estoque*, *Controle de Pessoal*, *Sistemas de Contas a Pagar*, apresentam como características: um tamanho moderado de registros, transações curtas e operações simples com caminhos de acesso orientados por *chaves*<sup>48</sup> simples.

Existe uma outra categoria de aplicações que demandam um novo tipo de SGBD. Essas aplicações envolvem dados com estruturas complexas, requerem múltiplas versões dos dados aninhados e fortemente interrelacionados. A seguir são apresentados alguns exemplos destes tipos de aplicações:

#### **APLICAÇÕES DE ENGENHARIA DE SOFTWARE**

As ferramentas CASE (Computer-Aided Software Engineering) são utilizadas para apoiar o desenvolvimento e manutenção de software. Estas ferramentas necessitam do apoio de um SGBD para gerenciar as informações que eles manipulam (por exemplo: módulos de software, múltiplas versões de módulos, diagramas, etc.).

---

<sup>48</sup> Ver glossário em anexo.

### **SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO DE ESCRITÓRIO**

Esses sistemas necessitam armazenar dados sobre pastas, calendários, correio eletrônico, etc. e compartilhar parte dessas informações com muitas pessoas.

### **APOIO À PRODUÇÃO DE DOCUMENTOS E HIPERTEXTO<sup>49</sup>**

Ferramentas para armazenar, manipular e pesquisar partes de documentos complexos, incluindo documentos com comportamento dinâmico e múltiplas versões.

### **SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

O gerenciamento de recursos de uma região, planejamento urbano e empresas de utilidades públicas (serviços de eletricidade, gás, etc.) precisam manter grandes coleções de dados associados a mapas geográficos.

### **APLICAÇÕES DE ENGENHARIA**

Necessitam guardar documentação de projetos e dos objetos sendo projetados ou manufaturados. Entre as aplicações dessa área pode-se citar:

- Projeto de Instalações Prediais auxiliados por computador.
- Projetos estruturais auxiliados por computador
- Projeto Eletrônico auxiliados por computador.
- Projeto Mecânico auxiliado por computador.
- Manufatura auxiliada por computador

---

<sup>49</sup> Ver glossário em anexo.

### **APLICAÇÕES MÉDICAS E CIENTÍFICAS**

Necessidade de dados complexos, modelos moleculares para componentes orgânicos, análises espectrais, códigos genéticos ou radiografias etc.

### **BASES DE CONHECIMENTO**

Aplicações de Inteligência Artificial que envolvem a representação do conhecimento e bases de regras.

### **NOVAS APLICAÇÕES COMERCIAIS**

As aplicações comerciais podem se beneficiar de novos recursos para melhor expressar sua semântica ou melhorar os serviços por elas prestados.

### **ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO**

Um dos problemas na adaptação de ferramentas informatizadas com as diversas aplicações na Arquitetura e Engenharia, é a dificuldade de organizar e armazenar os dados (numéricos, conceituais, etc.) envolvidos, pois estes, em sua maioria, envolvem um volume de informações muito grande. As teorias de modelagem e projeto de banco de dados são de grande valia, tanto para manter a consistência de um banco de informações gráficas, (geradas por um software de Cad., por exemplo), como de uma base de conhecimento de um sistema especialista, ou uma base de dados de quantitativos para cálculo de orçamentos, ou seja, os princípios de organização da informação se aplicam a qualquer dos casos.

Algumas das aplicações nesta área podem ser observadas nos softwares de planejamento de obra, ou em interfaces de SGBDs com programas de CAD a fim de extrair diretamente das informações gráficas os dados referentes aos materiais, quantidades, etc. e outros exemplos mais, que são apresentados no capítulo IV deste trabalho.

## 2.6.6. Multimídia

### 2.6.6.1. Conceituação

Os ambientes multimídia permitem a manipulação de informações nos formatos de texto, imagens, som e vídeo, além de permitirem que o usuário organize as informações por associação e por contexto. A reunião destas informações em arquivos num todo coerente, que permita a interação do usuário através de menus e botões de comando, é feita por meio de programas que podem estabelecer ligações (links) entre os diversos arquivos e conformar menus ou telas de entrada com botões de comando, dispositivos através dos quais, o usuário *navegará* ao longo do programa, escolhendo o caminho ou os itens que lhe interessam. Mesmo ao longo de um texto (hipertexto) é possível criar certas palavras denominadas de *hot points*, as quais, quando *clickadas* abrem janelas e arquivos.

Pode-se observar assim que a multimídia se utiliza de vários recursos de comunicação (imagens, áudio, fotografias e textos) para apresentação de informação de modo que atinja vários sentidos humanos na recepção da mesma. Esses recursos não apenas se combinam mas são também coordenados e integrados, a fim de que formem um todo, um conjunto multicomposto, porém coeso.

Esta integração, não caracteriza apenas a justaposição dos meios de comunicação, mas a composição de um todo orgânico, tendo como coordenador o computador.

“Assim, as informações conseguem chegar de forma natural e objetiva ao usuário, fazendo com que este assimile intuitivamente tudo o que for apresentado. Ou seja, de uma forma adequada à sua composição, a informação é apresentada pelos meios de comunicação mais apropriados, de maneira que o usuário contate o material de modo natural, garantindo a eficácia da

apresentação, a efetividade da compreensão e a eficiência de todo o processo aquisitivo ou interativo.

Por interação entende-se que o usuário não porta-se como mero espectador, mas ao contrário busca informações, interliga-as, determina seqüências de execução e aprendizado tornando-se ativo na aquisição de conhecimento. Portanto, multimídia pressupõe uma maneira não linear de apresentação, estabelecendo associações e interligações, de diferentes natureza (imagens, textos, etc.), assim como de diferentes meios.”(FERREIRA, 1993)<sup>50</sup>

Percebe-se a dificuldade de estabelecer um conceito adequado para a multimídia, mas na prática ela é facilmente identificada (qualquer um que se depara com um aplicativo reconhece) e muitas vezes confundida com exibições isoladas de várias mídias. A *integração e interatividade* destas mídias é que caracterizam a multimídia.

#### 2.6.6.2. Hardware Multimídia

Em entrevista a uma revista de informática de circulação nacional, o presidente da *Microsoft*, Bill Gates (1994), comentou:

“Quando nós pensamos em multimídia, pensamos naquele pequeno disco de CD-ROM. Apesar de simbolizar a multimídia o CD-ROM é apenas um meio de armazenamento.”<sup>51</sup>

Um micro multimídia caracteriza-se por ter pelo menos dois itens além da CPU tradicional - o drive leitor de CD-ROM e uma placa de áudio para reproduzir e gravar som stereo.

O CD-ROM é um disco de plástico metalizado com 12 centímetros de diâmetro e apenas 15 gramas de peso. Sua aparência disfarça a capacidade de armazenamento: os mais comuns são capazes de armazenar

---

<sup>50</sup> FERREIRA, Denis M. *Multimídia (Definições, Hardware e Aplicações) para Concepção de uma Estação Padrão para Fins Institucionais dentro da Holding*. Monografia (Estágio Supervisionado) do ICMSC-USP, São Carlos, 1993.

<sup>51</sup> GATES, Bill. “A Multimídia veio para ficar”. In: *Informática Exame Especial*, São Paulo, Maio de 1994, p. 85.



mais de 600 MB de informações, o mesmo que 250.000 páginas impressas ou 74 minutos de filme digital *full-motion*<sup>52</sup>.

“Em aplicações multimídia ou se tem rapidez em encontrar um verbete numa enciclopédia e velocidade na exibição de um filme, ou se corre o risco de perder a paciência e o humor ao ficar incontáveis segundos à espera de uma mudança na tela.”<sup>53</sup>

Estes novos equipamentos de certa forma traduzem as necessidades de uso dos programas desenvolvidos em ambiente multimídia e impõem um padrão do hardware considerado mínimo para um usuário comum nos nossos dias.

### **PLATAFORMA PC**

O padrão MPC2 (atualização do MPC- Multimídia PC) define os requisitos mínimos que um micro deve ter para usar corretamente os softwares multimídia sob a plataforma Windows. Recomenda-se uma memória RAM ampliada (8MB, 16 MB, ...) e discos rígidos com maior capacidade. A plataforma PC tem sido a mais vendida atualmente.

### **PLATAFORMA MACINTOSH**

Sua principal diferença está na quantidade de recursos multimídia integrados ao sistema. Todos os micros da Apple™ (Fabricante desta plataforma) saem da fábrica com suporte a som stereo embutido na placa principal e uma porta SCSI (Small Computer System Interface) pronta para ligar o drive de CD-ROM.

### **KIT MULTIMÍDIA**

Os chamados Kits de upgrade de multimídia reúnem num só pacote: drive de CD-ROM, placa de Áudio, cabos e parafusos para

---

<sup>52</sup> Ver glossário em anexo.

<sup>53</sup> A SUA PRÓXIMA ESTAÇÃO. In: *Informática Exame Especial*, São Paulo, Maio de 1994.

instalação, uma coleção de títulos em CD-ROM, softwares de instalação e aplicativos gráficos, caixas acústicas e em alguns casos, microfone. Podem ser montados pelo próprio usuário e são uma opção mais barata de atualização do micro pessoal.

### **VÍDEO**

Um dos principais alicerces que sustentam e incrementam a tecnologia de multimídia é a possibilidade de os usuários incluírem em seus aplicativos imagens em movimento. Para explorar esse recurso o mercado põe a disposição placas de captura de vídeo que são capazes de receber cenas de vídeo cassete, câmeras de vídeo ou da própria TV e processá-las para exibir na tela do micro.

Da imagem estática para o movimento é que surgem as limitações do hardware. O tamanho dos arquivos digitalizados é o principal obstáculo para a captura de vídeo. Em função disso, a principal disputa entre os fabricantes está na técnica de compressão das imagens, permitindo reduzir o tamanho dos arquivos sem que haja perda de qualidade na exibição das imagens.

As placas de captura de vídeo oferecem efeitos de manipulação da imagem como zoom, freeze (imagem congelada), scaling (colocar em diferentes planos de profundidade) e controlam brilho, matizes, tonalidades e saturação da imagem. Também permitem mixagem das imagens com diferentes fontes de áudio: CD-áudio, microfone, FM, etc.

Existe no mercado outro tipo de placa de vídeo, cuja função é transferir imagens da tela do micro para uma fita de vídeo ou monitor de TV. Sua principal aplicação é a geração de material para treinamento e promoção/publicidade.

## ÁUDIO

Estas placas de 16 bits podem reproduzir arquivos de som MIDI (Musical Instrumental Digital Interface). Com o MIDI, o computador controla diversos sintetizadores usando o equivalente digital de uma partitura. Essas placas de áudio trazem recursos de edição, mixagem, controle e análise de som para produzir aplicações profissionais.

Alguns modelos de placas incluem a capacidade de compressão e descompressão do som em tempo real, usando um chip especial para compactação dos arquivos. O recurso economiza muito espaço em disco na hora de gravar arquivos de som.

Pacotes de software especializados na manipulação do som, além de títulos de referência, costumam acompanhar as placas para atrair o usuário. Todas as placas oferecem interfaces para ligar o CD-ROM. Microfones e fones de ouvido, são dois acessórios básicos para acompanhar uma placa de áudio, mas nem todos os modelos oferecem.

## MONITORES FALANTES

O desenvolvimento da multimídia está abrindo espaço para uma nova geração de monitores. São modelos que além de oferecer recursos gráficos avançados já saem de fábrica preparados para as novas tecnologias como CD-ROM e vídeo conferência.

A característica comum desses modelos são os alto-falantes embutidos - sem a potência das caixas acústicas, mas ideais por não "poluir" a mesa de trabalho. Vários deles trazem microfone embutido e saída para fone de ouvido, além de tela anti-reflexiva e sistema de trabalho em *full-screen*, com a imagem ocupando toda a área útil do cinescópio sem apresentar distorções nas bordas.

### MULTIMÍDIA ON-LINE

A convergência entre a informática e a eletrônica, estimulada pelas aplicações multimídia, fez com que, em 1994, se iniciasse um processo de ensaio do que hoje já é conhecido como *superestrada da Informação*. O projeto atraiu empresas de telecomunicações, fabricantes de produtos de informática, fornecedores de serviços de TV a cabo e companhias de equipamentos de eletrônica de consumo e propunha o estabelecimento de uma rede de comunicações usando cabos de fibra óptica e transmissões de dados sem fio para interligar residências, empresas e comunicadores pessoais a uma teia de serviços digitais que circularia pela rede em alta velocidade.

Hoje tudo isso é uma realidade e observa-se que o grande meio de armazenamento não se baseia em CD-ROMs de alta capacidade mas sim no desenvolvimento crescente de sistemas on-line instalados, de capacidade ilimitada.

“(...) a longo prazo, a multimídia será predominantemente um fenômeno on-line.”(NEGROPONTE, 1995)<sup>54</sup>

#### 2.6.6.3. Softwares de Autoria

Para o desenvolvimento de aplicações multimídia, pode-se lançar mão de várias ferramentas chamadas de softwares de autoria. Esses pacotes unem os diversos conteúdos (textos, imagens, sons, etc.) dando a forma interativa da apresentação. Estes softwares podem ser agrupados de acordo com as suas filosofias de operação:

#### PACOTES BASEADOS EM TELAS

Nesses programas o autor trabalha o tempo todo sobre reproduções exatas das telas que compõem o seu título multimídia. O

<sup>54</sup> NEGROPONTE, Nicholas. Op. cit. p. 65.



termo usado para definir uma tela varia de acordo com o programa. Alguns usam o termo *cartão* numa analogia ao programa como sendo uma pilha de cartões. Outra metáfora utilizada é uma referência à mídia impressa: telas são denominadas de *páginas* que, em conjunto, formam um livro.

O autor conta com uma paleta de objetos que funcionam como tijolos na construção de telas. As peças fundamentais são campos e botões. Os campos são áreas reservadas para textos. Seus conteúdos podem ser fixos ou editáveis pelo leitor. Os botões são áreas sensíveis ao clique do mouse através das quais, o autor oferece opções. É possível criar botões transparentes úteis para permitir que o leitor interaja com figuras.

Para oferecer opções de interação mais sofisticadas do que simples saltos de tela em tela, é preciso escrever um script que reproduz o arquivo musical através da placa de som ou acione o drive de CD-ROM para tocar uma trilha de áudio.

O modo de operação WYSIWYG (what you see is what you get) e o poder de suas linguagens de scripts, permitem a construção de apresentações com alta qualidade gráfica e praticamente ilimitadas do ponto de vista interativo. O maior obstáculo à sua utilização por pessoas leigas é a necessidade de aprender uma linguagem de scripts.

#### **PACOTES BASEADOS EM ÍCONES**

Telas, sons, animações e opções de menu são representados por ícones interligados. As ligações mostram possíveis percursos interativos. A ação exata de cada ícone é definida através de um duplo clique que revela um editor de conteúdos. É ali que se definem, por exemplo, as imagens a ser exibidas, as regiões da tela a ser clicadas e as condições lógicas que determinam o fluxo da atividade.

### **PACOTES BASEADOS EM UMA LINHA DE TEMPO**

Otimizados para lidar com mídias dinâmicas como animação, vídeo e áudio, a maior parte do trabalho nesta categoria de programas é feita numa janela chamada score (partitura). Numa partitura musical, as linhas representam seqüências paralelas de notas ao longo do tempo. No score, as linhas também representam ações paralelas. A unidade de tempo é o frame (ou quadro) que pode representar uma tela estática ou instante de animação. Os objetos controlados pelo score podem ser vídeos, sons, ou botões e campos de texto.

#### **2.6.6.4 Diversidade de Aplicativos**

Todo o aspecto visual da multimídia mantinha até pouco tempo suas aplicações restritas ao terreno dos jogos, programas educativos e livros eletrônicos. Atualmente empresas do mundo todo usam aplicativos de multimídia como um meio mais eficaz e atraente de vender produtos ou treinar e manter informados seus funcionários. São mais de 10 mil títulos em CD-ROM disponíveis no mercado mundial que abrangem literalmente todas as áreas, de enciclopédias a jogos, passando por aplicativos de escritórios e revistas eletrônicas. Estes podem ser classificados, apenas para um melhor entendimento, nas seguintes categorias:

##### **APLICATIVOS DE REFERÊNCIA**

Aplicativos nos quais podem ser encontradas referências teóricas de assuntos específicos. Realizam as funções de seus equivalentes não eletrônicos de forma muito mais rápida e interativa. Ex.: Enciclopédias, atlas eletrônicos, revistas eletrônicas, livros eletrônicos, etc.

##### **APLICATIVOS EDUCATIVOS**

Com a interatividade proporcionada pela multimídia, o conceito de aprendizado tem sido reavaliado e cursos completos já podem ser

ministrados com o auxílio do computador. Exemplos: Tutoriais específicos, cursos eletrônicos interativos, documentários,

#### **APLICATIVOS DE MÚSICA**

Enciclopédias de Jazz, programas que ensinam a ouvir e analisar música clássica, tutoriais que ensinam teoria e prática musical, programas que simulam um estúdio completo para aplicações profissionais, vídeo clips interativos, etc.

#### **VARIEDADES**

Muita coisa tem sido comercializada em termos de aplicativos multimídia, com as mais variadas aplicações. Como exemplos dessa diversidade temos: livros eletrônicos de culinária, guias eletrônicos de viagens/turismo, aplicativos para museus, etc.

#### **APLICATIVOS COMERCIAIS PARA EMPRESAS/ESCRITÓRIOS**

Aplicações em marketing, promoção e publicidade, quiosques multimídia para venda digital, apresentações corporativas, sistemas de vendas de produtos e serviços, sistemas de informações de recursos humanos, sistema auxiliar para vendedores em trânsito (instalado em notebooks), tutoriais, sistemas de localização para shoppings, etc.

#### **APLICATIVOS PARA ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO**

Apresentações interativas de projetos em 3D, aplicativos direcionados para APO (avaliação pós-ocupação), integração de diversos recursos de animação, realidade virtual, textos, bancos de dados em um único aplicativo que apresente e simule todo o processo de produção de um espaço, etc. Alguns exemplos de utilização de recursos multimídia com vistas na integração dos mais diversos aplicativos em informática, direcionados para este setor, são apresentados no capítulo IV deste documento.

## 2.6.7. Redes de Computadores

### 2.6.7.1. Introdução

Uma conseqüência importante da grande evolução dos recursos computacionais tem sido a tendência crescente de descentralização, geográfica e funcional dos ambientes informatizados, tradicionalmente confinados em torno de um grande computador. Como resultados desta evolução temos o surgimento de novas maneiras de se desenvolver aplicações, baseadas em diversas máquinas menores e não apenas em uma única máquina de grande porte, bem como a viabilização de toda uma gama de novas aplicações que antes não se justificavam do ponto de vista econômico devido ao alto custo dos equipamentos de computação.

“Dentro deste contexto, as comunicações crescem de importância por serem o elemento que permitirá que essas máquinas trabalhem de forma cooperativa. As *redes locais* de computadores, em particular, caracterizadas por serem um meio de interconexão dessas máquinas em uma área geográfica limitada como um prédio, uma fábrica ou um campus de uma universidade, têm importante papel nesse processo. Na comunicação entre computadores *a longa distância*, são normalmente utilizadas como meio de interconexão as redes públicas de telefonia.”(GIOZZA, 1986)<sup>55</sup>

Empresas do mundo inteiro já fazem uso destas tecnologias de transmissão de informações via redes de computadores, agilizando as comunicações internas (entre funcionários e departamentos) e externas (entre empresas e clientes, etc.). O primeiro argumento para conectar mais de dois micros é a redução de custos. Ao ligar o computador em rede, ganha-se agilidade no compartilhamento de dados e no uso de um servidor que pode suprir as necessidades de vários computadores

---

<sup>55</sup> GIOZZA, William F. et al. *Redes Locais de Computadores: Tecnologias e Aplicações*. São Paulo, McGraw-Hill, 1986, p. 02.



conectados. Pesquisas comprovam que computadores conectados dão mais dinamismo aos usuários da empresa.

É importante entender que a informação transmitida de um micro para outro adquire a forma de *bits*. Segundo NEGROPONTE (1995) um bit é o menor elemento atômico do DNA da informação:

“A superestrada da informação nada mais é do que o movimento global de bits sem peso à velocidade da luz”.<sup>56</sup>

Os bits são transmitidos por meio de um canal que pode ser um fio de cobre, um radioespectro ou uma fibra ótica. Qualquer que seja o canal, a quantidade de bits transmitida por segundo é denominada de *largura de banda*. A largura de banda caracteriza a capacidade de enviar informações por um determinado canal. Quanto aos veículos de transmissão usuais nas conexões de rede atuais, podemos identificar os *cabos coaxiais*, de *par trançado* e de *fibra ótica* como os mais utilizados comumente e sobre os mesmos podem ser apontadas as seguintes características:

#### **CABO COAXIAL**

Este tipo de cabo é constituído de fio metálico sólido, circundado por um isolamento e por um pedaço de metal tubular. O cabo coaxial possui ampla faixa de onda, mas sua instalação é incômoda, tornando a sua utilização mais adequada para instalações permanentes.

#### **PAR TRANÇADO**

O termo “par trançado” atribuído aos fios telefônicos de cobre, tem origem nos fios das lâmpadas que inicialmente eram trançados e que ainda hoje podem ser encontrados em antigas edificações. Fiação de par trançado é mais fácil de ser instalada, de menor custo e de substituição

---

<sup>56</sup> NEGROPONTE, Nicholas. Op. cit. p. 18.

mais simples do que cabos coaxiais, embora sua amplitude de faixa seja menor. São amplamente utilizados pelas redes telefônicas, principalmente pela sua capacidade de conduzir energia elétrica.

Dependendo das características do *modem*<sup>57</sup> utilizado, a capacidade destas linhas telefônicas a base de fios de cobre, pode chegar a 6 milhões de bits por segundo. Um modem comum funciona a uma taxa de 9600 bits por segundo, taxa que pode variar em modelos mais avançados para 38400 bps.

“Deve-se pensar no par trançado como na tartaruga da fábula da tartaruga e do coelho. Ele é lento, mas não tão lento quanto você pode ter sido levado a acreditar.”(NEGROPONTE, 1995)<sup>58</sup>

### **FIBRA ÓTICA**

Com espessura semelhante a de um fio de cabelo, a capacidade da fibra ótica pode ser considerada infinita. Pesquisas recentes indicam que brevemente ela será capaz de transmitir um trilhão de bits por segundo (a maior parte dos serviços de informação e entretenimento existentes não necessitam desta gigantesca largura de banda, para terem seus bits transportados).

A fibra ótica é feita de vidro permitindo isolamento e proteção de equipamentos contra raios, além de atualmente, ser mais barata que o cobre mesmo quando se inclui o custo da eletrônica em cada ponta.

Diante destas tecnologias, existe uma tendência irreversível rumo ao mercado eletrônico. Do ponto de vista da corporação o processo de ligação da empresa ao mundo e dos seus departamentos entre si, pode ser dividido em três fases. A primeira corresponde à instalação das redes locais de computadores. A segunda, à expansão dessas redes para permitir

---

<sup>57</sup> Ver glossário em anexo.

<sup>58</sup> NEGROPONTE, Nicholas. Op. cit. p. 28.

a comunicação com o resto do mundo. A terceira fase envolve a implantação das aplicações que vão tirar o máximo proveito dessa estrutura básica de rede, como *groupware* e *comércio eletrônico*.

### 2.6.7.2. Redes Locais de Computadores

Uma das aplicações básicas de rede local (em inglês LAN: local area network) de computadores é simplesmente permitir o compartilhamento de um periférico (por exemplo: disco, impressoras, etc.) entre diversos micros. A rede local nesse caso, conecta equipamentos usuários (estações de trabalho) e equipamentos servidores. Os servidores prestam um serviço especializado como a gerência de unidades de memória de massa e impressoras, enquanto as estações de trabalho processam os programas de aplicação e utilizam os serviços oferecidos pelos servidores. De acordo com GIOZZA(1986) as atribuições de um servidor são as seguintes:

“a) gerenciar um sistema de arquivos que possa ser utilizado pelo usuário em substituição ou em adição ao sistema de arquivos existentes em sua própria máquina;

b) garantir a integridade dos dados, detectando e implementando uma política de proteção em casos de falhas do sistema ou de acessos concorrentes;

c) implementar uma política de proteção contra acesso não autorizado que impeça a ação de usuários maliciosos.”<sup>59</sup>

Os modelos mais recentes de servidores incorporam tecnologias de tolerância a falhas que garantem um funcionamento seguro, 24 horas por dia, mesmo para as aplicações mais críticas. Quase todas as tecnologias de tolerância a falhas se apoiam em alguma forma de redundância. Assim, utilizam duas fontes de alimentação, dois ou mais processadores e discos também duplicados.

---

<sup>59</sup> GIOZZA, William F. et al. Op. cit. p. 04.

A computação colaborativa através de redes locais tem um papel fundamental na corporação virtual. É ela que promove o compartilhamento de informações e dinamiza o trabalho em equipe na organização. Correio eletrônico, bases de informações de acesso comum, softwares de programação de fluxo de trabalho, gerenciadores de documentos e sistemas de videoconferência são ferramentas básicas desse processo.

Os softwares de workgroups (grupos de trabalho) já estão presentes na maioria dos grandes escritórios. Eles transportam mensagens, substituem papéis por formulários eletrônicos e facilitam o compartilhamento de informações entre os membros de uma equipe de trabalho. Alguns destes programas oferecem recursos típicos de um organizador pessoal, além de ser capaz de buscar horário livre nas agendas das pessoas a serem convocadas para uma reunião, determinando o melhor momento para a sua realização.

### **2.6.7.3. Redes de Longa Distância**

As redes locais evoluíram muito tornando-se de baixo custo de implantação e manutenção, fáceis de usar e presentes em praticamente todas as grandes organizações. A interligação delas forma as *redes de longa distância*, que estendem a abrangência dos sistemas de informática para além das fronteiras da corporação e dinamizam os negócios. Para ter acesso a informações externas à rede local são necessários modems e linhas telefônicas. No caso de empresas, normalmente são usados ramais de PABX. Esse equipamento é o responsável pelo tráfego de chamadas entre a empresa e a rede pública e também pelo correio de voz, a secretária eletrônica que serve toda a companhia. Para a rede ser conectada ao PABX, um dos micros é usado como ponte ou *gateway*, para se ligar as linhas ele precisa apenas de modems.

“Quando uma chamada da rede chega à companhia telefônica, é conduzida por meio de cabos às subestações da empresa e aos equipamentos de comunicação interurbana, internacional e sem fio. Em muitos países, essas chamadas já podem ser feitas pela Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI), um serviço de transferência de dados em alta velocidade que funciona em linhas telefônicas comuns, mesmo domésticas. É com essas ligações que as empresas estão se aproveitando da arquitetura WAN (Wide Area Network ou rede remota) para incrementar suas relações comerciais por meios eletrônicos, conectando seus sistemas aos de fornecedores ou clientes. A *Internet*, rede mundial de computadores que é a maior das WAN, está se transformando num veículo de baixo custo para negócios.”<sup>60</sup>

A Internet é a rede das redes. Estima-se mais de 40 milhões de usuários em todo o mundo. Bancos, empresas grandes e pequenas, órgãos oficiais, educacionais e pessoas comuns se conectam, montam seus endereços, com informações institucionais, ofertas de produtos, apresentação de serviços ou propostas de encontros.

Segundo reportagem recente, do suplemento semanal de informática da FOLHA DE SÃO PAULO, em sete meses, (desde novembro de 1995 a maio de 1996), o número de home pages contabilizado pela RNP (Rede Nacional de Pesquisa), que coordena a implantação da rede mundial de computadores no Brasil, passou de 800 para 4100. As home pages são uma espécie de endereço eletrônico com telas, textos, sons e imagens. Elas também oferecem a ligação para outras páginas do mesmo endereço ou de outros locais. Podem ser consideradas verdadeiras vitrines eletrônicas.<sup>61</sup>

Para um usuário comum é preciso equipar o micro com

<sup>60</sup> A TEIA DIGITAL DA CORPORAÇÃO. In: *Informática Exame Especial*. São Paulo, setembro de 1995.

<sup>61</sup> ZILVETI, Marijô. “Explode o uso da Internet no Brasil”. In: *Folha de São Paulo*, 5º caderno, p. 5-1, São Paulo, 22 de maio de 1996.

fax/modem, que permite a conexão do computador com a linha telefônica. A partir desse equipamento, é preciso ter uma senha de acesso, que pode ser obtida através de uma empresa provedora. Essas empresas funcionam como ponte para ligação entre o usuário e a Internet. Programas especiais auxiliam na navegação na rede. A Internet permite este movimento: com cliques do mouse desloca-se de uma onda a outra, de um link a outro, como num processo de navegação.

Possibilidades de integração em grupos de discussão, acesso a banco de dados de universidades estrangeiras e cópias de arquivos armazenados em outros continentes, além do acesso às incontáveis e coloridas home pages são apenas alguns dos serviços disponíveis na Internet. Os documentos que compõem a WWW (World Wide Web, ou teia de alcance mundial) chamam-se *home pages*. As ferramentas que permitem o acesso aos serviços e informações citados têm terminologia própria: *FTP, Telnet, Gopher, News Reader, IRC, Browsers, etc.*<sup>62</sup> e estão disponíveis na própria Internet ou à venda em pacotes de softwares.

#### **2.6.7.4. Redes e Projeto-Produção de Edificações**

“Um novo mundo está emergindo no universo empresarial. Nele, os negócios se realizam por meios eletrônicos, a qualquer tempo e em qualquer lugar; profissionais distantes trabalham juntos em um projeto, como se estivessem na mesma sala; consumidores acessam diretamente o banco de dados do fabricante para consultar a lista de produtos que ele oferece; e as informações fluem livremente para qualquer departamento da corporação onde sejam necessárias. (...) A Internet é a parte visível da transformação que está em curso. (...) A ordem é conquistar um espaço no ciberespaço o mais rápido possível.”<sup>63</sup>

---

<sup>62</sup> Ver glossário em anexo.

<sup>63</sup> A CORPORACÃO SEM PAREDES. In: *Informática Exame Especial*. São Paulo, setembro de 1995, pp. 8 e 9.

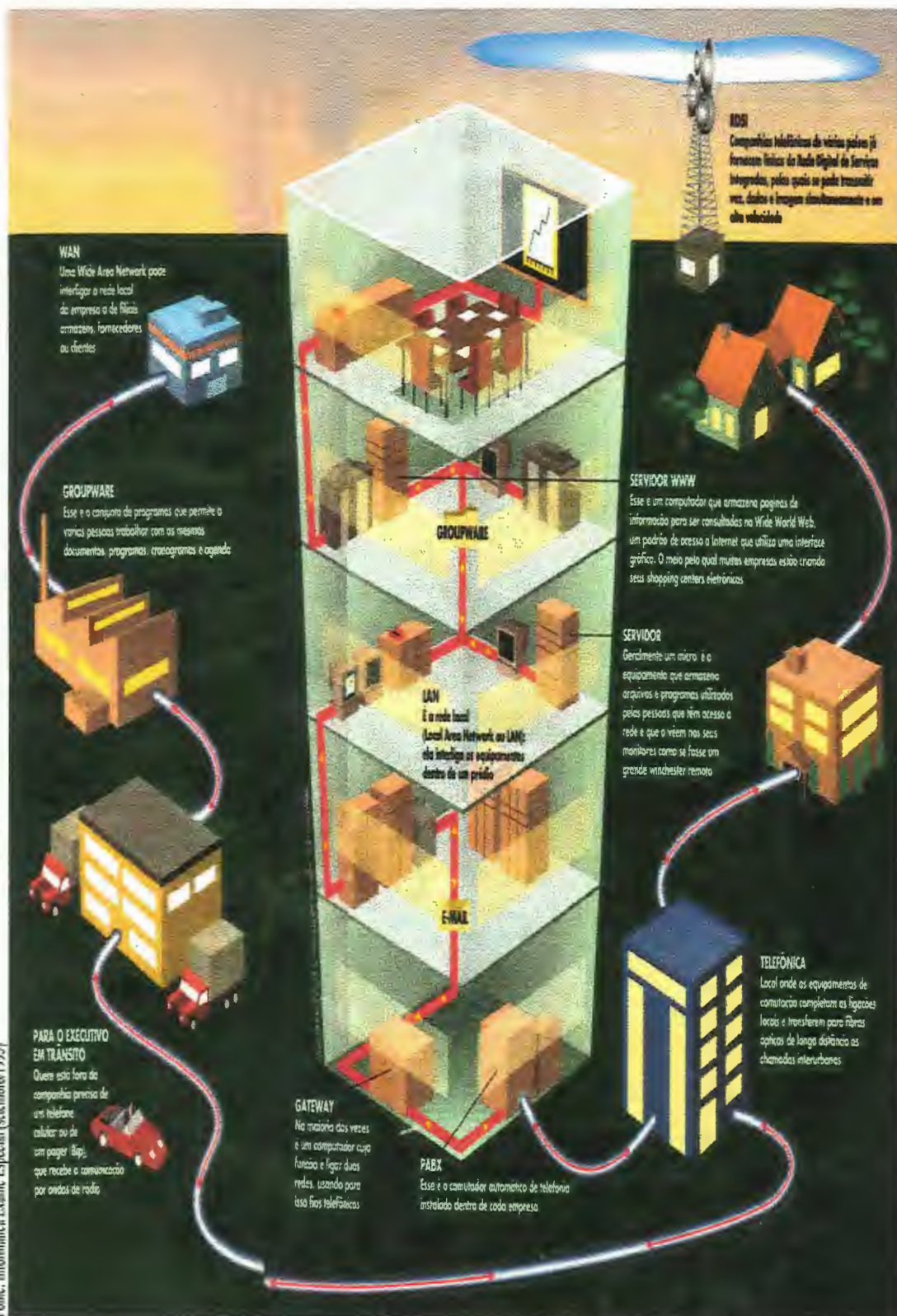


Figura 14- Ilustração das tecnologias que interligam toda a empresa e a coloca em contato com o mundo.

Diante de um novo paradigma de trabalho em grupo, ditado pelo ambiente colaborativo proporcionado pelas redes de computadores, as empresas incorporadoras, construtoras, escritórios de arquitetura e de cálculo, etc., correndo o risco de ficarem de fora do mercado competitivo do século XXI, também terão que incorporar estas novas tecnologias. Novas práticas de trabalho terão que ser adotadas, e a integração através da colaboração entre os diversos profissionais que estão diretamente envolvidos com o projeto e a produção de um espaço, pode vir a se tornar uma *premissa* e não apenas uma *meta* a ser alcançada.

As discussões sobre as possibilidades do trabalho simultâneo nas áreas de arquitetura, engenharia e construção, bem como das inovações neste setor, advindas da conexão entre micros locais e a longa distância, podem ser encontradas no capítulo IV desta dissertação.



---

## CAPÍTULO III

# Projeto x Produção: Integração Possível?



### 3.1. Introdução

Algumas considerações devem ser tecidas a respeito deste tema, visto que, a promoção de tal integração através da informática, é o objetivo mais geral deste trabalho. Como muito já tem sido discutido a respeito em bibliografias consultadas, o conteúdo apresentado parte de uma revisão geral destas bibliografias, acrescidas das experiências práticas observadas em trabalhos científicos e periódicos da área.

Os conceitos de Projeto do Produto e Projeto da Produção que são adotados como referência teórica para esta dissertação e que foram apresentados no capítulo anterior, devem auxiliar na compreensão da discussão sobre a integração entre o projetar e o executar o produto edificação.

Vale ressaltar que a busca por esta integração torna-se imprescindível e, de certa forma, um fator condicionante na configuração de um processo construtivo como *flexível*, visto que, as inovações tecnológicas incorporadas aos projetos e conseqüentemente embutidas nos sistemas construtivos, devem induzir explicitamente novas formas de organização da produção, a nível dos processos de trabalho a serem estabelecidos.

Ou seja, o conceito de Processos Construtivos Flexíveis pressupõe uma integração entre as diversas fases que se seguem da concepção à execução de uma edificação, a partir de uma articulação mais flexível dos profissionais e suas respectivas atividades, tanto no escritório, como no canteiro.

Ao observar a realidade atual do setor de edificações, é possível perceber que nem tudo que é proposto no plano projetual, tem sua execução viabilizada, o que tem acarretado diversos problemas durante a fase executiva e, em uma fase posterior, durante o uso e manutenção da edificação. Para estabelecer uma metodologia de estudo desta problemática, são abordadas algumas das causas e conseqüências desta falta de integração, consideradas as mais comuns por arquitetos, engenheiros e técnicos da construção civil em geral, bem como algumas alternativas de solução que já tem sido implantadas por algumas empresas.

Tal assunto tem sido encontrado, por vezes, inserido em um contexto maior de discussão no setor de edificações como: *Controle da Qualidade, Inovações Tecnológicas, Coordenação e Controle de Projetos, Engenharia Simultânea* etc., o que traduz a carência de uma abordagem isolada do problema e suas especificidades, talvez pela abrangência da discussão ou pela dificuldade de desvinculá-la das demais questões afins.

A partir dos parâmetros de observação desta falta de integração apresentados a seguir, é possível uma caracterização do setor construção civil, nos dias de hoje, com relação à comunicação entre as diversas equipes de trabalho envolvidas no mesmo e, de forma geral, pode-se entender como se dá, na maioria das vezes, a produção de um espaço arquitetônico, seja ele para habitação ou para qualquer outro uso específico.

## 3.2. Fragmentação Profissional

A dificuldade de consolidação de uma prática integrada de produção do espaço pode ser atribuída entre outras coisas pela enorme fragmentação observada nos profissionais do setor. Segundo análise da Engenheira Carin Maria Schmitt, em um artigo sobre *Controle de Qualidade na Construção Civil*:

“Com a especialização da engenharia e da arquitetura, os vários tipos de projetos - arquitetônico, estrutural, de instalações hidráulicas, elétricas e telefônicas, gás e outros - são desenvolvidos por profissionais diferentes. As plantas arquitetônicas, princípio de todas as definições, são, na maior parte dos casos, a única fonte de informações para o desenvolvimento dos projetos complementares. Um projeto arquitetônico pouco detalhado leva a interpretações diferenciadas para cada profissional; fica nítida a impressão de que tudo se resume ao projeto arquitetônico e àquele de sua especialidade. Isso pode fazer com que o projeto estrutural e o de instalações hidráulicas não sejam compatíveis.” (SCHMITT, 1994)<sup>1</sup>.

De fato, o número de agentes envolvidos na construção de um edifício é muito grande. São proprietários, incorporadores, arquitetos, engenheiros das diversas especialidades, construtores, técnicos, fornecedores, serventes, pedreiros, carpinteiros, etc. A lista é enorme e pode variar de acordo com o porte da edificação, com a região, com o tipo de iniciativa (pública ou privada), etc. Normalmente, frações menores destes profissionais estão envolvidos em determinadas fases da produção arquitetônica. DE LA GARZA (1994) observa que a ênfase na especialização causou a fragmentação nas áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção (A/E/C industry):

“O objetivo da divisão e da especialização dentro da indústria foi de promover inovações tecnológicas. O sistema construtivo foi subdividido em

---

<sup>1</sup> SCHMITT, Carin M. Op. cit. p.30.

subsistemas, nos quais os profissionais se tornaram especialistas em seus campos de atuação. A especialização trouxe uma enorme flexibilidade e aumentou a produtividade durante os anos 60. Entretanto, assim como os níveis de especialização cresceram, os problemas associados com a fragmentação, como por exemplo as quebras em toda a infra-estrutura de comunicações, começaram a negar os benefícios da especialização.” (DE LA GARZA et al., 1994)<sup>2</sup>

Segundo estes autores, a fragmentação também estimulou a competitividade, haja visto o grande número de firmas especializadas dentro do setor de A/E/C (Arquitetura, Engenharia e Construção) e tornou evidente dois extremos que caracterizam uma divisão mais macro destes profissionais: de um lado estão as atividades que incluem a concepção, as especificações e os projetos e no outro extremo observam-se as atividades ligadas à construção, vendas, uso e manutenção.

Em um processo tradicional, o proprietário (empresa privada, órgão público, pessoa física) encomenda o projeto ao(s) arquiteto(s) e/ou aos “engenheiros projetistas” (terminologia muito comum no mercado, referente aos engenheiros que fazem os projetos complementares e muitas vezes concebem até o próprio projeto arquitetônico), que desenvolvem o projeto tentando satisfazer as expectativas do cliente, observadas durante discussões e conversas informais. Esta “equipe” de profissionais produz uma série de documentos que incluem as plantas arquitetônicas e de instalações, de estruturas, especificações de materiais, memoriais descritivos, etc.

Comumente esta citada “equipe” não configura realmente um grupo de trabalho. Muitas vezes são profissionais que pouco se comunicam, recebendo e enviando projetos sem grandes preocupações de compatibilização entre os mesmos. Esta questão enfatiza os aspectos

<sup>2</sup> DE LA GARZA, Jesus M. et al. Value of Concurrent Engineering for A/E/C Industry. In: *Journal of Management n Engineering*. Vol. 10, Nº 3, Maio/Junho de 1994, p. 47.

levantados no capítulo anterior acerca da importância dos Projetos Complementares no contexto do Projeto do Produto.

Sob a ótica do cliente, pode-se observar que o mesmo, de posse destes documentos, tenta empreitar sua obra. Seguramente quem oferecer seus serviços por um menor preço ganhará a concorrência, pois o parâmetro de escolha normalmente se baseia na lei da melhor oferta. Geralmente estas construtoras executam somente uma parte do trabalho, subempreitando muitas partes da construção. A coordenação entre estes vários participantes quase nunca é estabelecida e cada empreiteira conclui o seu trabalho, dando início ao trabalho de outra empresa e assim por diante.

Os arquitetos e engenheiros que elaboraram os projetos, especificações e memoriais, normalmente não fazem parte destas construtoras e, portanto, os programas e tecnologias propostos, bem como os métodos construtivos e técnicas de execução só são discutidos quando algum problema é detectado e precisam ser tomadas as devidas providências. Nesse caso, pode-se perceber que o planejamento da produção proposto no capítulo 2 não está sendo sequer considerado.

São inúmeros os problemas evidenciados na fase de execução e acentuados pela dificuldade de comunicação entre os profissionais. Muitas vezes, os clientes impõem modificações no decorrer da execução, projetos são enviados para a obra com problemas de compatibilidade, falta de informações, diferenças de medições, inviabilidade de recursos, métodos ultrapassados de construção, dificuldades de executar o que foi projetado (características de construtibilidade), etc.

Uma mudança nesse cenário (bastante comum nos nossos dias) poderia ocorrer, caso os profissionais envolvidos com as atividades de concepção, considerassem não apenas os aspectos funcionais, de

performance, etc. mas também as características de construtibilidade, manutenção, facilidade de execução etc. e se, além disso, houvesse uma maior colaboração e coordenação entre as diversas partes.

### 3.3. Elaboração Integrada dos Projetos

Para muitos empreendedores, sejam estas empresas públicas ou privadas, ou até mesmo investidores individuais interessados em construir seus próprios imóveis, etc., o projeto arquitetônico é considerado um ônus, um gasto inicial que, na visão destes, poderia ser minimizado, se o mesmo profissional que fosse contratado para calcular as estruturas e acompanhar a obra, por exemplo, elaborasse o projeto arquitetônico (exemplo típico de construções residenciais de pequeno porte).

O projeto é normalmente associado à imagem da obra acabada, ao produto edifício, quando na verdade ele deveria ser associado às fases de execução (imagens parciais do produto). Deve incluir características não só do produto como dos processos de trabalho (projeto do produto e projeto da produção), sendo assim integrado aos demais processos que participam da produção do edifício. Na opinião dos arquitetos Gianfranco Vannucchi e Jorge Königsberger, cujos trabalhos são de reconhecida relevância a nível nacional, temos que:

“Na medida em que o projeto é bem detalhado e resolvido, você tem menor custo de manutenção. Obra não é lugar para surpresas, porquê tudo pode ser previsto em projeto” (VANNUCCHI & KÖNIGSBERGER, 1991)<sup>3</sup>

Partindo destas considerações, algumas empresas tem adotado um sistema integrado de elaboração de projetos. Esta fase de elaboração de projetos já tem sido denominada de *pré-construção*. Os profissionais que

<sup>3</sup> VANNUCCHI, Gianfranco & KÖNIGSBERGER, Jorge A. A Sabedoria da Prática. In: Revista CONSTRUÇÃO. Ed. Pini, vol. 44, Nº 2259, Maio, 1991, p. 14.

conduzem as atividades de pré-construção são arquitetos, engenheiros de estruturas, engenheiros de obras etc.

“Os resultados da fase de pré-construção incluem desenhos, plantas, memoriais de especificação dos detalhes do projeto, estimativas de custos e programação de obra.”(FISCHER, 1995)<sup>4</sup>

Esta elaboração integrada dos projetos é obtida a partir de uma equipe multidisciplinar de profissionais de projeto e especificações, calculistas, engenheiros especializados em projetos de instalações prediais, especialistas das várias áreas de produção, planejamento e administração da obra. Após a elaboração e posterior compatibilização destes projetos, podem ser especificados uma série de detalhes construtivos, tais como impermeabilização, fôrma, alvenaria e fachada. A ilustração seguinte representa bem o ganho em termos de tempo operacional com relação à maneira tradicional de elaboração de projetos.

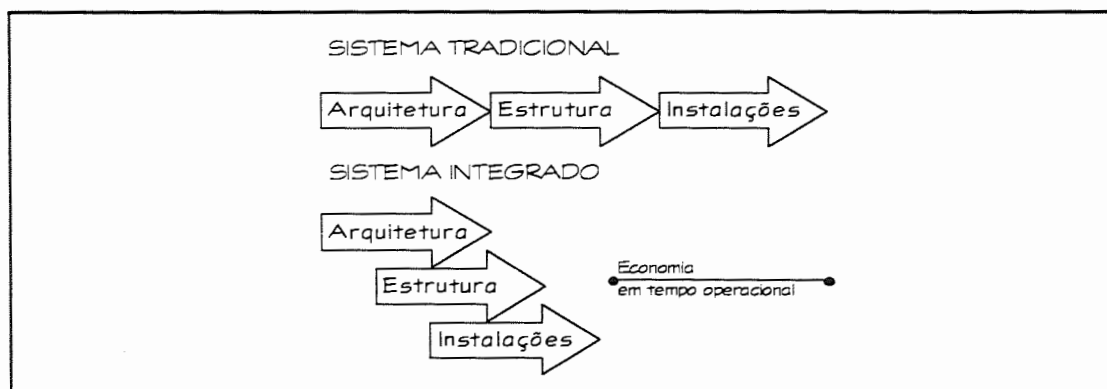


Figura 15 - Elaboração Integrada dos Projetos (FARIA, 1993)<sup>5</sup>

Para que uma empresa consiga efetivamente implementar esta nova prática de trabalho é necessário o envolvimento de projetistas devidamente qualificados, com conhecimento profundo dos métodos e das técnicas construtivas adotadas.

<sup>4</sup> FISCHER, Martin & KUNZ, Jonh. The Circle: Architecture for Integrating Software. In: *Journal of Computing in Civil Engineering*. Vol. 9, Nº 2, Abril, 1995.

### 3.4. Memória Construtiva

BREUER(1994) ao discutir estratégias de tecnologia da informação para empresas de arquitetura, engenharia e construção observa que os projetos possuem um significado extremamente importante por várias razões:

“Eles são complexos, possuem muitos componentes físicos como elementos estruturais, equipamentos e mobiliários e componentes não físicos como programas, métodos construtivos e requisitos funcionais. Os projetos em A/E/C podem levar de poucos meses até vários anos para serem elaborados. Isto significa que aquelas informações concebidas em um determinado momento, precisam ser representadas e armazenadas de alguma forma até sua utilização numa fase seguinte. Estes projetos se caracterizam pelo grande número de partes que os compõem. Algumas destas partes não apenas geram informações para outras que as usarão em uma fase posterior, como também estabelecem um intercâmbio de informações que vão e vem em todas as fases. Finalmente, as informações produzidas e absorvidas em um projeto anterior podem ser usadas em futuros projetos.” (BREUER, et al. 1994)<sup>6</sup>

O armazenamento de informações e o aprendizado com experiências anteriores é uma prática extremamente utilizada em todos os setores do conhecimento humano. Na construção civil, inconscientemente, os profissionais, a partir de uma vivência adquirida e, certamente, de sucessos observados, “repetem” métodos e procedimentos em muitas de suas obras, seja a nível de projeto ou mesmo no planejamento ou acompanhamento da execução de um edifício. Com o passar do tempo, muitas destas informações podem ser perdidas ou talvez parcialmente

---

<sup>5</sup> FARIA, Márcio S. Implantação de Tecnologia em Empresa do Setor Habitacional. In: *Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 93*. São Paulo, 1993, vol. 1, p.317.

<sup>6</sup> BREUER, James; FISCHER, Martin. Managerial Aspects of Information-Technology for A/E/C Firms. In: *Journal of Management in Engineering*. Vol. 10, Nº 4, Julho/Agosto 1994, p.52.



“esquecidas”, o que, nos nossos dias, com os recursos de manipulação e armazenamento da informação, chega a ser inaceitável.

Como proposta de solução para este problema MELHADO (1994), propõe a criação do que ele denomina de um *Banco de Tecnologia Construtiva*, que numa primeira análise configura um exemplo de criação de uma “memória construtiva”. Este autor aponta as seguintes diretrizes para implementação deste banco de informações conforme a figura apresentada a seguir:

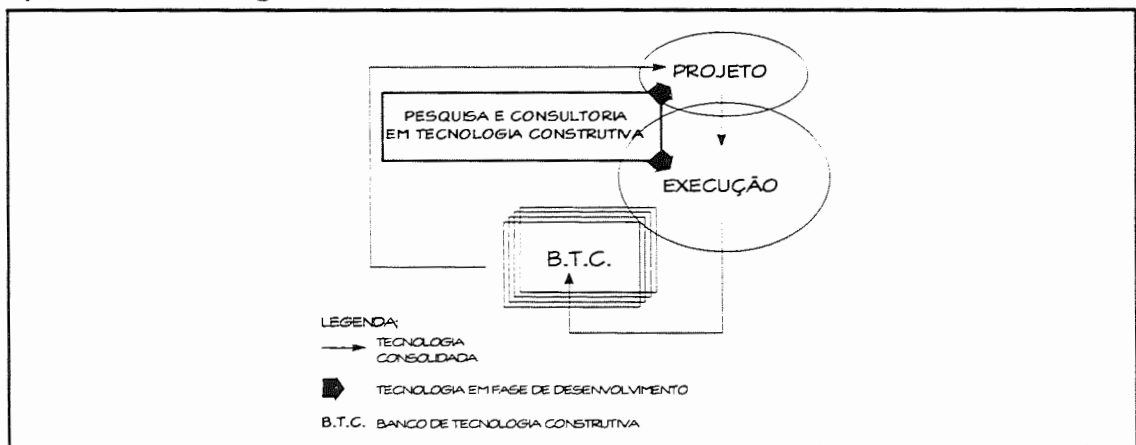


Figura 16 - Proposta do Banco de Tecnologia como ligação entre etapas de projeto e execução e parte do processo de desenvolvimento tecnológico da empresa (MELHADO, 1994)<sup>7</sup>

“- Para projetos que partam do processo construtivo tradicional: deve-se efetuar a coleta e organização de informações que comporão um banco de tecnologia construtiva, para consulta e orientação na seleção de alternativas para as especificações e detalhes necessários à elaboração do projeto.

- Em caso de opção por sistemas construtivos inovadores: deve ser feita a estruturação de um banco de tecnologia construtiva, contendo um conjunto de informações essenciais, critérios e restrições próprias do sistema, capazes de orientar a concepção e detalhamento do projeto com base nos requisitos da tecnologia escolhida.”(MELHADO & AGOPYAN, 1995)<sup>8</sup>

<sup>7</sup> MELHADO, Sílvia B. *Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção*. Tese de Doutorado - EPUSP, Departamento de Engenharia de Construção Civil São Paulo, 1994.

<sup>8</sup> MELHADO, Sílvia B. & AGOPYAN, Vahan. *O Conceito de Projeto na Construção de Edifícios: Diretrizes para sua Elaboração e Controle*. Boletim Técnico da EPUSP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1995, p. 14.

### 3.5. Coordenação de Projetos

Uma prática que vem se consolidando em algumas empresas de médio e grande porte, tem sido a introdução de uma atividade adicional as de elaboração e definição dos projetos: a coordenação de projetos. Mesmo quando o projeto arquitetônico é terceirizado (quando a empresa não conta com um departamento de projetos, antes os recebem “prontos”, “sob encomenda”), ele é tido como uma *pré-concepção*, pois ainda deve passar pelas devidas alterações ao se realizar os estudos de compatibilização entre o mesmo e os diversos projetos complementares.

Tal fato, tem estimulado um controle de qualidade dos projetos, como sendo de fundamental importância na qualidade do produto final “edificação”, considerando que:

“(…) ao se analisar a influência de cada etapa no processo de produção, verifica-se inicialmente a importância da participação do *projeto* como etapa indutora e condutora das demais.”(SOUZA et al., 1995)<sup>9</sup>

O controle e a coordenação dos projetos normalmente é realizado por uma equipe que pode ser formada por arquitetos e engenheiros especializados nesta função, através de experiências práticas de projeto e de produção em obra. É importante frisar que o setor de edificações como um todo ainda está longe de reconhecer a importância desta prática de trabalho.

“Alguns profissionais caracterizam o controle do projeto como uma verdadeira afronta pessoal. Essa situação é apenas verificada na indústria da construção e, particularmente, no segmento das edificações, onde as figuras do projetista e do construtor são dissociadas. Isso não ocorre na indústria mecânica, aeronáutica ou naval, pois todos os atores estão engajados na mesma organização.

<sup>9</sup> SOUZA, Ana Lúcia R. de et al. Projeto e Inovação Tecnológica na Construção de Edifícios: Implantação no Processo Tradicional e em Processos Inovadores. Boletim Técnico da EPUSP. Departamento de Engenharia da Construção Civil (BT/PCC/145), São Paulo, 1995, p. 4.

A idéia de que um projeto desenvolvido por um profissional ou por uma equipe, deve ser controlado por outros é prática comum.”(CALAVERA, 1993)<sup>10</sup>

Certamente que esta equipe de coordenação e controle não pode ter a pretensão de saber projetar melhor do que os arquitetos ou projetistas, simplesmente devem saber como coordenar e compatibilizar todos os projetos envolvidos. São documentos e informações que estão sendo analisados e não pessoas.

A estrutura organizacional resultante da implementação desta prática de coordenação de projetos, pode variar de acordo com a empresa e com o número e os tipos de especialistas envolvidos. MARQUES (1979) apud MELHADO & AGOPYAN (1995) observa que:

“(...) o elenco de especialistas envolvidos em um empreendimento compõe uma estrutura organizacional, cuja configuração depende de uma série de fatores circunstanciais, não se podendo a priori estabelecer uma estrutura padrão.”<sup>11</sup>

Esta equipe de coordenação, além de possuir um caráter multidisciplinar, deve ser flexível o suficiente, para reconhecer quando houver, a necessidade de consulta a especialistas externos ao grupo. MELHADO (1995) enfatiza que esta prática ajuda a dissolver a noção de “autoria” do projeto como sendo a mais importante, voltando atenções para o resultado final, o que elimina a idéia de “compartimentação estanque” das partes do projeto, e ilustra este “novo arranjo profissional” da seguinte maneira:

<sup>10</sup> CALAVERA, José. Fora de Controle. In: *Téchne - Revista de Tecnologia da Construção*. Ano 1, Nº 6, Ed. PINI, São Paulo, setembro/outubro, 1993, p. 28.

<sup>11</sup> MARQUES, G. A. C. O Projeto na Engenharia Civil. São Paulo, 1979. Dissertação de Mestrado - EPUSP, apud MELHADO, Sílvio B. Op. cit. p.16.

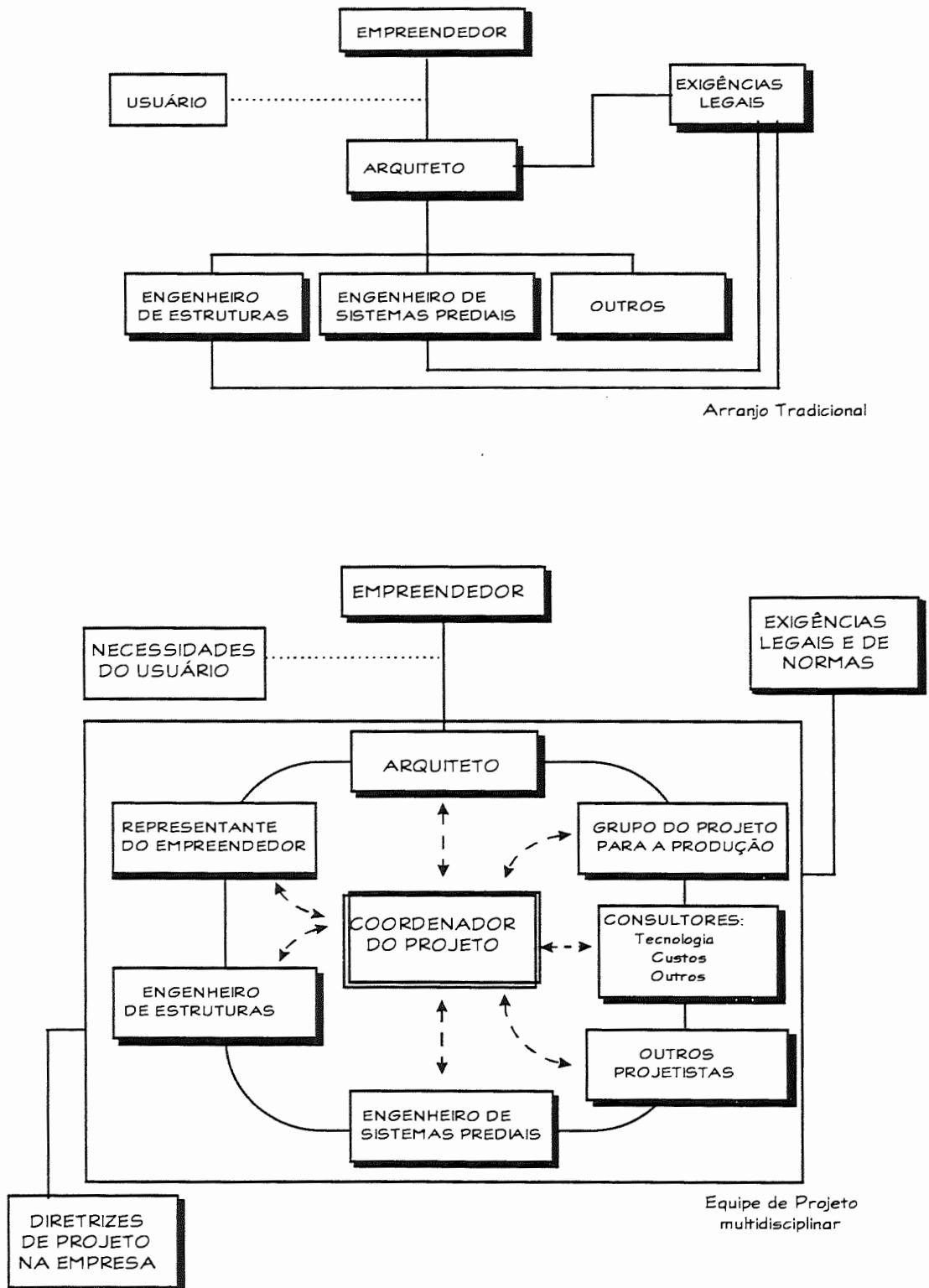


Figura 17 - Os arranjos das equipes de projeto segundo a forma tradicional e como conceito de equipe multidisciplinar (MELHADO, 1994)<sup>12</sup>

<sup>12</sup> MELHADO, Sílvia B. Op. cit. p. 17.

### 3.6. Integração: uma necessidade

O investimento em modernização das relações existentes entre o projeto e a produção de edificações, com o intuito de promover uma maior aproximação entre as atividades de concepção e de execução, pode resultar em ganhos consideráveis a nível de qualidade dos projetos e dos processos, valorização da mão de obra e, principalmente, redução de custos. Entretanto, esta redução nos custos gerais do empreendimento normalmente só é percebida a longo prazo pois é fruto de pequenas alterações em partes do processo como um todo, que somadas e amadurecidas influem tanto nos custos finais do produto, como na sua qualidade.

Dessa forma, o que deveria servir como estímulo para o investimento em inovações tecnológicas, acaba por se tornar uma desculpa para a acomodação dos profissionais do setor. Porém, em muitos países, é possível observar um grande avanço neste sentido e, no Brasil, já começa a ser vislumbrado um novo perfil, no qual, se enquadram algumas poucas empresas que afirmam a obtenção de redução de custos vinculada aos produtos finais obtidos. Tal redução, é o resultado de uma diminuição sensível das perdas no processo construtivo, dos retrabalhos e das correções pós-entrega, proporcionada por uma reestruturação organizacional das etapas de Projeto e Produção de uma edificação.

Na verdade, as dificuldades encontradas neste sentido ainda são muitas, a começar pelo tipo de formação completamente fragmentada dos nossos profissionais (Arquitetos *versus* Engenheiros), os quais, na sua maioria, estão completamente alheios a esta problemática. Pesquisas recentes baseadas em visitas a diversas construtoras, permitiram detectar que:

“(...) as empresas que atuam na área de construção e incorporação de edifícios apresentam, na sua maioria, uma carência tecnológica acentuada no que se refere à produção do edifício como um todo. Os técnicos, por não terem o domínio da tecnologia, acabam não se envolvendo diretamente com a produção, deixando-a em geral sob a responsabilidade dos mestres de obra (nem sempre preparados para assumirem tal atividade). Por outro lado, ao procurarem informações técnicas acerca da produção do edifício, não encontrarão referências claras sobre os procedimentos a serem adotados.” (SOUZA et al, 1995)<sup>13</sup>

E ainda com base nestas pesquisas o mesmo autor argumenta com respeito à falta de profissionais e pesquisadores dedicados a essas atividades de integração:

“As dificuldades de se realizar a integração entre os diversos projetos e o projeto para produção são ainda hoje bastante expressivas. Não existem projetistas voltados para isso. Decorre daí a separação clara das etapas de projeto e de produção.”<sup>14</sup>

De acordo com estas afirmações e considerando todas as possibilidades de integração descritas neste capítulo, pode-se perceber que ainda há um longo caminho a ser percorrido para que os conceitos de projeto do produto e projeto da produção apresentados no quadro referencial teórico deste trabalho (capítulo 2) sejam evidenciados na prática, em sua totalidade.

Entretanto, algumas inovações implantadas em partes do processo, como as que foram apresentadas, começam a ser disseminadas no setor, o que abre perspectivas de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias e técnicas que propiciem essa integração.

Dentro do contexto da integração e com vistas em uma evolução tecnológica do setor que redunde em reduções de custos para os

<sup>13</sup> SOUZA, Ana Lúcia R. de et al. Op. cit. p. 47.

<sup>14</sup> Idem, p. 48.

empreendedores e, principalmente, em uma qualidade superior dos produtos para o usuário final, minimizando seus problemas de uso e de manutenção ao longo do tempo, algumas áreas de pesquisa que auxiliam este processo merecem certo destaque. Entre estas, a *instrumentalização* desta integração projeto-produção é uma área de pesquisa de suma importância.

Com os avanços da tecnologia da informação, a popularização do uso de microcomputadores e a flexibilidade e diversidade dos softwares a serviço do setor de edificações, as inovações tecnológicas como a elaboração integrada e coordenada de projetos e a criação de uma memória construtiva, podem ser agilizados com um impulso muito maior.

Pensar o projeto e a produção de edificações como sendo atividades estanques e isoladas é tão atrasado e inadmissível, quanto conceber a viabilização desta integração, sem considerar os recursos oferecidos pela informática.

---

## CAPÍTULO IV

# Informática: Instrumentalização Possível



### 4.1. Introdução

Discutir o uso da Informática em um trabalho com o caráter científico como o que este possui, significa antes de mais nada ter a consciência de que ela não se constitui um fim em si mesma, ao contrário, se caracteriza por ser apenas um meio, uma forma de instrumentalização do saber humano. Dessa forma, evita-se o risco de hastear a “bandeira da informatização” como a solução de todos os problemas para as áreas de arquitetura, engenharia e construção.

Por este motivo, quando é proposto o uso de instrumentos da Informática nas atividades de integração entre projeto e produção de edificações, é necessário o esclarecimento dos impactos e mudanças que este uso demandará no que diz respeito às práticas de trabalho envolvidas e às novas formas de pensar o projeto e a produção e suas inter-relações, diante destas *ferramentas eletrônicas*.

A introdução da Informática no cotidiano dos profissionais da Construção Civil em geral ocorreu de forma paulatina durante muito tempo. Nos últimos cinco anos, com a queda nos preços dos equipamentos e programas e os avanços das tecnologias ligadas a manipulação, tratamento e armazenamento da informação, estimuladas principalmente pela explosão contagiante da Internet (em especial a partir de 1995), esta



inserção deixou de ser uma iniciativa apenas de profissionais inovadores e os escritórios e construtoras que por anos resistiram ao seu uso, iniciaram uma corrida desesperada na tentativa de, assim, recuperar o atraso.

“Sem nenhum medo de errar, podemos dizer que já se passaram mais de dez anos desde que a informática começou a ter certa penetração no mercado de engenharia de projetos e construções. Durante esses anos todos tem havido forte oposição à livre troca de informações digitais entre as empresas projetistas e as construtoras, de tal sorte que constitui um dos entraves fundamentais do avanço, que se desejava significativo, para a notável melhoria que propicia o compartilhamento de informações.” (GUZMÁN, 1995)<sup>1</sup>

De acordo com a afirmação acima, que é relativamente recente, é possível perceber a dificuldade que tem sido lançar mão dos equipamentos e programas com o objetivo de estabelecer um fluxo de informação contínuo e constante entre as etapas de concepção e execução de uma edificação. Especialistas, consultores e profissionais de arquitetura e construção que utilizam a informática há algum tempo são unânimes em admitir que o setor deve evoluir nesse sentido: no uso destes instrumentos no auxílio à promoção desta integração.

Essa integração, tal como foi abordado no capítulo anterior, não precisa necessariamente da informática para ser estabelecida, mas pode ser extremamente facilitada através das suas ferramentas. O coordenador do seminário de Arquitetura, Engenharia e Construção da 9ª FENASOFT (Feira Nacional de Softwares e Equipamentos - a maior do setor no Brasil), Nelson Covas, teceu o seguinte comentário sobre os próximos passos da informática no Brasil:

“(...) o objetivo maior do uso da informática no setor deve ser a integração entre cada projeto e a construção. Hoje cada uma dessas etapas é

---

<sup>1</sup> GUZMÁN, Ricardo R. A Evolução Prática e Necessária. In: Revista Construção. Nº 2487, São Paulo, Outubro, 1995, p. 16.

dissociada das demais e cada empresa faz sua parte isoladamente. O ideal é que exista a integração, de modo que cada projeto seja adequado a todos os outros. (...) Exemplo de sua aplicação, mas ainda distante da realidade brasileira, são algumas construtoras japonesas que dispõem de redes de comunicação a distância. Com isso, todas as informações são passadas para computadores e as empresas podem administrar suas obras nos mais diversos pontos do país sem sair do escritório.”(COVAS, 1995)<sup>2</sup>

Na visão de Covas, as construtoras brasileiras também terão sistemas de comunicação similares aos dos bancos, através dos quais, poderão controlar estoques, relações com fornecedores, produção de insumos e coordenar projetos, tudo por meio do computador.

Neste capítulo, são levantados alguns pontos considerados relevantes dentro desta discussão como: os *impactos causados pelas inovações tecnológicas*, as possibilidades e implicações de um *trabalho simultâneo* proporcionado pelas redes de computadores (locais e a longa distância), além de um *quadro especulativo dos principais programas e equipamentos* utilizados nas áreas de arquitetura e construção e seus respectivos *serviços prestados e/ou oferecidos*, de forma a apontar possibilidades e viabilidades de uso destes recursos, verificar compatibilidades entre os mesmos, e por fim, observar a flexibilidade oferecida pelo uso destes instrumentos, refletida (ou não) em todas as fases do processo construtivo, inclusive no produto final (edificação) que pode ser obtido.

<sup>2</sup> COVAS, Nelson. “A microengenharia”. Entrevista concedida a CORBIOLI, Nanci. In: *Revista Construção*. Nº 2477, Ed. PINI, São Paulo, Julho de 1995.

## 4.2. Os Impactos Causados pelas Inovações Tecnológicas

A introdução de novas tecnologias, em especial as vinculadas à informática, nas atividades relacionadas com a concepção de um espaço arquitetônico e com as diversas etapas que se seguem até a produção do mesmo, vem provocando uma série de mudanças que, na sua maioria, tem sido percebidas sem considerar a necessidade de uma discussão mais profunda a respeito. Portanto, algumas considerações tornam-se necessárias, diante das inúmeras possibilidades oferecidas por tais inovações tecnológicas, nas mais diversas aplicações no setor edificações, e dos impactos causados pela utilização e, conseqüente absorção destes recursos por este setor.

“Inteligência, conceitos e até mesmo visão do mundo não se encontram apenas congelados nas línguas, encontram-se também cristalizados nos instrumentos de trabalho, nas máquinas, nos métodos. Uma modificação técnica é *ipso facto* uma modificação da coletividade cognitiva, implicando novas analogias e classificações, novos mundos práticos, sociais e cognitivos. É porquê este fato fundamental foi muitas vezes negligenciado que grande número de mutações técnicas nas empresas e administrações resultaram em fracassos ou disfunções gravíssimas. Temos nos contentado em analisar superficialmente a mudança dos métodos de produção e a reorganização dos fluxos informacionais; mas não temos medido e levado em consideração a inteligência invisível que as antigas técnicas e as coletividades de trabalho que se construíram sobre elas possuem”<sup>3</sup>(LÉVY, 1993)

O mercado tem colocado a disposição de Engenheiros e Arquitetos uma infinidade de softwares e hardwares que muitas vezes são assimilados por estes profissionais, mudando as suas práticas projetuais e/ou

---

<sup>3</sup> LÉVY, Pierre. *As Tecnologias da Inteligência: O futuro do pensamento na era da Informática*. Editora 34. Rio de Janeiro, 1993, p. 145.

produtivas, mesmo que, muitos deles não correspondam exatamente às suas necessidades específicas. Estas ferramentas deixam de ser portanto, apenas instrumentos, prolongamentos do “saber fazer” destes profissionais e passam a ser agentes destas práticas, que se não determinam o espaço a ser construído, certamente influenciam de alguma forma no resultado final obtido.

Mas até que ponto esta discussão é válida? Se o mundo está mudando e a Arquitetura como reflexo histórico e antropológico da sociedade a qual está vinculada, também está sofrendo tais alterações, como ignorar as possibilidades oferecidas por esta “cultura informática”? Como admitir novas técnicas projetuais e produtivas sem perder de vista a arte, a capacidade criativa do arquiteto, a sensibilidade que corre o risco de ser podada e até “mecanizada” com repetições de comandos e procedimentos impostos por estas inovações? Como acompanhar tais evoluções sem cair no erro do extremismo e ao mesmo tempo fazer o melhor uso destas novas tecnologias alcançando um diálogo satisfatório entre arte e técnica? Segundo Machado (1993):

“A arquitetura,(...), sempre operou na interseção perfeita da arte com a técnica, desde as pirâmides egípcias, passando pelos templos gregos, pelas basílicas românicas e catedrais góticas da idade média, até os modernos edifícios de Le Corbusier e Mies Van der Rohe. Mesmo nas artes artesanais clássicas, os materiais, os instrumentos, as ferramentas, os procedimentos, as técnicas de produção são fatores condicionantes que interferem substancialmente na forma, no estilo e - por que não? - na própria concepção das obras. Nenhuma leitura dos objetos culturais recentes ou antigos pode ser completa se não se considerar relevantes em termos de resultados, a “lógica” intrínseca do material e os procedimentos que lhe dão forma.”<sup>4</sup>

<sup>4</sup> MACHADO, Arlindo. *Máquina e Imaginário: O Desafio das Poéticas Tecnológicas*. São Paulo: Edusp, 1993, p. 11.

Fica claro portanto, que a inserção de recursos informatizados como softwares de Cad para projeto, ou planilhas eletrônicas para orçamento de obras, ou até um simples editor de textos que agiliza toda a documentação de um escritório, aliados a determinadas máquinas que impõem de certa forma a maneira de trabalhar, como mesas digitalizadoras, ou os movimentos de um mouse, devem ser analisados de forma integrada, pois a leitura que é feita dos ambientes construídos a partir da interação de todos estes procedimentos, deve considerar a rede de interfaces entre diversos conhecimentos que de alguma maneira lhes dão características próprias.

“Traduzir antigos saberes em novas tecnologias intelectuais equívale a produzir novos saberes (escrever um texto, compor um hipertexto, conceber um sistema especialista). A ilusão consiste em crer que haveria “conhecimentos” ou “informações” estáveis que poderiam mudar de suporte, ser representadas de outra forma ou, simplesmente viajar guardando ao mesmo tempo sua identidade. Ilusão, porque aquilo sobre o que versam as teorias do conhecimento: saberes, informações e significações são precisamente efeitos de suportes, conexões, proximidade, interfaces”<sup>5</sup> (LÉVY, 1993)

Mas estas conexões, estes cruzamentos entre arte, ciência e tecnologia não são tão simples. Existe muito marketing na idéia de que imagens cada vez mais próximas da realidade, valores numéricos dantes obtidos através de cálculos exaustivos, agora conseguidos com rapidez, cores fascinantes que aumentam a qualidade das apresentações dos projetos, representem, na sua essência, um “avanço tecnológico da produção arquitetônica”. O efeito sedutor destes recursos audiovisuais que a informática carrega, pode nos dar a falsa impressão de que estamos experimentando algo novo, quando simplesmente pode-se estar apertando

---

<sup>5</sup> LÉVY, Pierre. Op. cit., p. 148.

botões compulsivamente, enquanto se observa os resultados encantadores na tela de um monitor.

“Os recursos interativos de que dispõem grande parte das atuais máquinas ópticas e acústicas difundidas a nível de massa dão um caráter lúdico à utilização e, o resultado é que, qualquer asneira pode se tornar interessante e prender a atenção, desde que a resposta ao operador apareça numa tela sob forma de figuras flamejantes multicoloridas.”<sup>6</sup>(MACHADO, 1993)

A informática antes de mais nada, representa a possibilidade de uma nova forma de pensar Arquitetura, provocando mudanças que vão do criar, com novas formas de “ver” e tratar as informações projetuais (etapa de concepção e projeto), passando pela possibilidade de obtenção rápida do orçamento, da programação da execução da obra e o controle dos materiais de construção através de planilhas eletrônicas e de sistemas gerenciadores de bancos de dados, até o modo de operar e usar os objetos arquitetônicos, que a cada dia que passa, contam com computadores como aliados e controladores de seus subsistemas(edifícios inteligentes).

Os reflexos de sua utilização variam de profissional para profissional. Um exemplo disto é apontado por LECUYER (1995)<sup>7</sup>, onde são apresentadas as experiências de dois arquitetos: Frank Gehry e Peter Eisenman. A diferença fundamental entre as práticas de trabalho destes arquitetos em suas respectivas empresas, está no fato de que o primeiro adotou a utilização do computador no *desenvolvimento* do projeto, enquanto que o segundo costuma *dar início* ao seu processo de concepção *a partir* de formas geradas pelo microcomputador.

A concepção inicial e mesmo o desenvolvimento do projeto dos objetos arquitetônicos estão fortemente vinculados com o imaginário

---

<sup>6</sup> MACHADO, Arlindo. Op.cit, p. 13.

<sup>7</sup> LECUYER, Annette. Designs on the Computer (radically different approaches employed by two firms). In: *The Architectural Review*. Vol. 197, Janeiro de 1995, pp. 76-79.

individual do arquiteto e das formas de representação e comunicação utilizadas. Assim, no caso da computação gráfica, os programas de Cad representam para a arquitetura não só uma nova ferramenta projetual, mas carregam consigo uma nova forma discursiva, vinculada a uma nova interpretação de mundo, a qual, Peter Eisenman chama de “paradigma eletrônico”.

“O paradigma eletrônico coloca um desafio poderoso para a arquitetura uma vez que define a realidade em termos de mídia e simulação, valorizando a aparência sobre a existência, o que *pode ser visto sobre o que é.*” (EISENMAN, 1992)<sup>8</sup>.

Ao se utilizar do Projeto Assistido por Computador é possível aliar-se a representação gráfica com pacotes de cálculos que permitam simular por exemplo, os resultados térmicos ou de insolação a que estará submetida a respectiva edificação. Também torna-se possível a elaboração com o auxílio do computador, dos projetos complementares, e até mesmo de projetos relativos a questões construtivas como “layout” de canteiro, programação e controle da obra, orçamento, etc.

É importante ressaltar que a informática aumenta as perspectivas no caminho de uma integração de todas estas modalidades de projeto, haja visto as possibilidades de simultaneidade de um trabalho em rede, mesmo que os diversos profissionais envolvidos estejam em locais diferentes.

Para tomar partido das inúmeras possibilidades visuais e de simulação oferecidas pela informática, faz-se necessária uma mudança da forma de trabalho e do raciocínio projetual, a fim de adequá-los, às necessidades de comunicação com a máquina que, se bem empregada, pode implicar num aumento da capacidade criativa, por permitir “ver” e perceber o projeto de forma nunca antes experimentada.

<sup>8</sup> EISENMAN, Peter. Visões que se Desdobram: a Arquitetura na Época da Mídia Eletrônica. In: Revista Domus nº 734, Janeiro, 1992.

“ O artista da era das máquinas é, como o homem de ciência, um inventor de formas e procedimentos; ele recoloca permanentemente em causa as formas fixas, as finalidades programadas, a utilização rotineira, para que o padrão esteja sempre em questionamento e as finalidades sob suspeita.(...) Talvez seja mais acertado acreditar que a verdadeira arte do nosso tempo é duplamente motivada pela técnica e pelo imaginário, nascendo portanto de um diálogo produtivo que o artista-engenheiro trava com a máquina.” (MACHADO, 1993).<sup>9</sup>

Talvez uma das principais vantagens no âmbito do desenho auxiliado por computador seja a possibilidade de obter-se uma imagem muito próxima do real. Os desenhos não mais são instrumentos de "representação" e passam a ser instrumentos de "simulação" da realidade. As cores, as texturas, as luzes e sombras, todos os efeitos de renderização e de visualização oferecidos, transformam o projeto em um conjunto de informações muito mais completo do que as conhecidas representações em nanquim nas *pranchas* de papel vegetal.

Por este motivo, alguns profissionais argumentam que produzir trabalhos em monitores de vídeo com uma alta definição, com capacidade de manipulação de centenas de milhares de cores simultâneas e, mesmo assim, recorrer a uma plotagem monocromática em papel vegetal, com diferenciações típicas do desenho técnico - linhas mais grossas ou mais finas, pontilhadas ou tracejadas, com ou sem hachuras - demonstra uma regressão em termos de qualidade e, o que é mais grave, uma falta de assimilação tecnológica.

"Chamar de *original* um desenho feito num computador, cujo melhor produto é uma simples cópia reproduzível, elaborada no mesmo e antigo papel vegetal, apenas diferente por ter sido produzida no *plotter* é, ainda, o ápice da incompreensão do que a tecnologia oferece. (...)É preciso mudar a nossa filosofia de trabalho. Faz-se necessário entender que a *era da informação* significa

<sup>9</sup> MACHADO, Arlindo. Op. cit., p. 15,16.



informação disponível para utilização (...). Um novo padrão de representação gráfica deve nascer entre nós. (...) Se além disso conseguirmos, também, mudar a forma de encarar a produção de desenhos, para dar lugar ao conceito de *produção de informações*, os arquivos digitais gerados poderão - deverão - transpor todas as barreiras de uso técnico e legal desses instrumentos de engenharia (...). Evuiremos do traçado obsoleto de linhas para o redescobrimento de que o mundo é colorido e a aproximação da sua natureza própria é a melhor forma de representá-lo." (GUZMÁN, 1995)<sup>10</sup>

Se por um lado os avanços nos recursos de computação gráfica podem simular quase *realisticamente* as idéias preliminares do partido arquitetônico, diminuindo assim a lacuna existente entre a concepção e a materialização do edifício, por outro lado estes mesmos avanços tem contribuído na introdução de uma forma de abstração que pode estimular o desenvolvimento de novos potenciais de projeto.

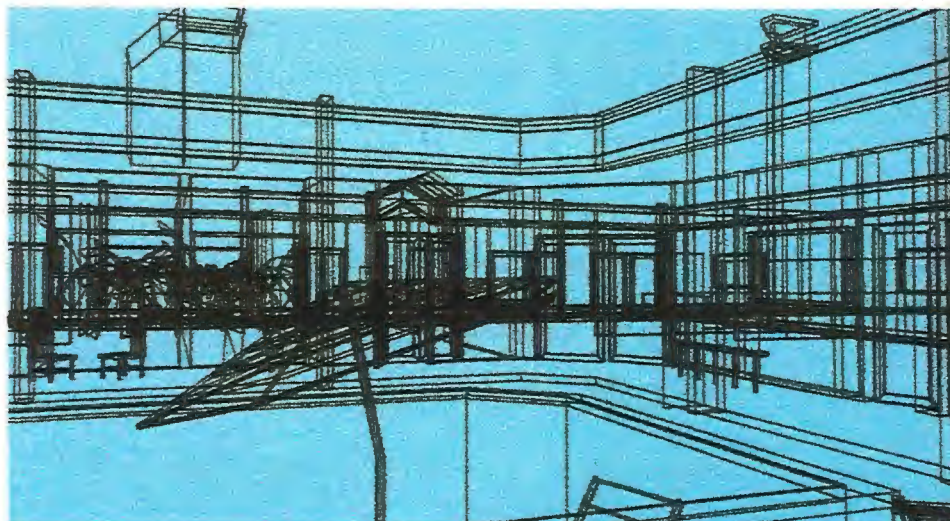
A imagem em aramado (wire-frame), por exemplo, muito familiar para os usuários de programas de CAD, representa um nova forma de abstração dos arquitetos, na qual, trabalha-se exclusivamente com transparências e linhas que dão condições de estudar tanto as possibilidades de composição, como as relações entre fios e espaços que se cruzam (GOLDMAN, 1991)<sup>11</sup>.

Recursos como a manipulação de cores, e o processamento de imagens são considerados por GOLDMAN (1991) como indutores de uma nova metodologia de projeto completamente diferente da tradicional. As características dinâmicas do uso da cor no computador, podem abrir oportunidades de exploração da criatividade no projeto e fazer com que

<sup>10</sup> GUZMÁN, Ricardo R. Num Mundo em Cores. In: Revista Construção. Nº 2465, Ed. PINI, São Paulo, Maio de 1995, pp. 12-13.

<sup>11</sup> GOLDMAN, Glenn et al. Computer Graphics and Architectural Design. In: Computer Graphics.Ed. ACM. Vol. 25, Nº 03, Julho de 1991, pp.174-177.

desde o início do processo de concepção as idéias de quem está projetando sejam melhor entendidas pelo cliente e até pelo próprio arquiteto.



Fonte: Revista Projeto, n. 168, Outubro, 1993.

Figura 18- Imagens de um projeto para residência: o wireframe, gerado em Autocad e a maquete eletrônica obtida por Eni Zimbarg com o software 3D Studio. Projeto de Ouglouyan Associados.

Além disso, a originalidade, criatividade e autenticidade do arquiteto pode ser reavaliada e tomar um novo impulso com os recursos de processamento de imagens, inserção de texturas, sombras, etc. O fotorrealismo dos desenhos podem facilitar a identificação do que configura ou não, uma solução apropriada para o objeto arquitetônico em questão (GOLDMAN, 1991).

“No estudo preliminar o CAD facilita a aceleração da progressão do projeto (...) uma vez que proporciona o detalhamento de alguns elementos simultaneamente à sua concepção, permitindo a incorporação completa de maior quantidade de informações e um aprofundamento construtivo para a solução obtida. A facilidade de representação e arquivamento proporcionada pelo CAD permite ao arquiteto a incorporação de algumas idéias no momento em que elas aparecem, como por exemplo a avaliação cromática da proposta preliminar”(CHAPUIS & NAVEIRO, 1995)<sup>12</sup>

Quanto as simulações de ordens técnicas e construtivas, os algoritmos de cálculo permitem investigar alternativas e comparar resultados com uma rapidez e segurança que possibilitam um grau de otimização bastante elevado. Alguns programas de gerenciamento e controle de obras permitem a elaboração de orçamentos compostos por inúmeras planilhas, e o armazenamento dos dados em bancos de dados atualizáveis a cada nova obra, os quais, podem gerar, entre outras coisas, os cronogramas físico-financeiros. A cada ano surgem novos softwares direcionados para as mais diversas aplicações nas áreas de arquitetura, engenharia e construção, acompanhados do lançamento de máquinas cada vez mais potentes que abrem um enorme leque de perspectivas.

Diante de todas estas possibilidades e reconhecidas vantagens representadas pela informática, cabe aqui questionar a difusão deste poderoso instrumento de modernização no cotidiano dos profissionais envolvidos com a produção de ambientes construídos.

Nesse sentido, muitas empresas de consultoria em informática tem sido procuradas por empresas de construção civil. A procura por uma orientação na escolha e na implantação de ferramentas informatizadas tem muitas vezes a mesma motivação: o aumento da produtividade.

---

<sup>12</sup> CHAPUIS, Florência & NAVEIRO, Ricardo M. Padrões de Implantação do CAD no setor de Projetos de Arquitetura. Texto referente ao resumo publicado nos Anais do ENTAC-95, Rio de Janeiro, Novembro de 1995.

Segundo alguns destes consultores:

"(...) as mudanças do processo de trabalho deveriam vir antes ou, no mínimo, acompanhar o desenvolvimento de aplicativos em informática. (...) a *prancheta eletrônica* requer uma espécie de personalização dos procedimentos operacionais, pois os resultados dependem de uma reflexão sobre a aplicação que cada usuário necessita dar ao programa."(LIMA, 1995)<sup>13</sup>

Na visão dos consultores, a informatização da empresa só implica em aumento de produtividade quando esta acontece paralelamente a algumas reformulações conceituais de suas práticas de trabalho, advindos de uma consciência dos objetivos a serem alcançados com a implantação destas inovações.

Recentemente, uma empresa alemã, com representações no Brasil, promoveu um congresso em Salvador-BA, com o objetivo de estabelecer o intercâmbio entre profissionais das áreas de Engenharia e Arquitetura dos dois países. Os impactos desta nova "Sociedade da Informação" no setor da Construção Civil foram amplamente debatidos, inseridos em vários contextos, como no caso da palestra realizada pelo engenheiro Antônio Laranjeiras, sobre os *Novos Caminhos da Engenharia Estrutural*, que teceu alguns comentários sobre as dificuldades de adaptação dos engenheiros a estas novas tecnologias:

"(...) os engenheiros, como o resto das pessoas, estão surpresos com a rapidez das inovações tecnológicas; estão fragilizados pelo aumento crescente do número delas consideradas *indispensáveis* às prestações dos serviços; e sentem-se ameaçados, por se sentirem despreparados para este mundo novo. A impressão geral é que estas transformações, assim tão radicais e tão rápidas, estão queimando etapas essenciais ao processo gradativo de reaprendizagem e de revisão cultural dos indivíduos. Transformações com estas características são de fato revolucionárias e os engenheiros, como outros profissionais, sentem-se as

<sup>13</sup> LIMA, Helder. Não Fique com o Micro na Mão. In: Revista Construção. Nº 2450, Ed. PINI, São Paulo, Janeiro de 1995, p. 05.

suas injustas vítimas; órfãos ao desamparo de uma cultura exuberante, que se faz caduca de repente." (LARANJEIRAS, 1996)<sup>14</sup>

As dificuldades encontradas na reciclagem dos profissionais da Construção Civil que já estão no mercado, tem se tornado um dos grandes obstáculos ao aumento de produtividade com a inserção da informática. Desvincular-se de práticas antigas e adaptar-se a estes novos instrumentos requer destes profissionais um esforço muito maior do que simplesmente aprender a usar um software, ou se familiarizar com os equipamentos. São mudanças de conceito, de visão... de aprendizagem. Tais mudanças podem variar de um profissional para outro e exigirão um certo tempo de aculturação e renúncia.

A experiência tem mostrado que começar "pensando pequeno" é a melhor forma de introduzir a informática na empresa (NOVITSKI, 1994)<sup>15</sup>. Segundo este autor, o hardware e o software sozinhos não são suficientes para garantir a produtividade de uma empresa, ou para torná-la mais competitiva e eficiente. Um retorno mais visível do investimento nestas novas tecnologias depende diretamente de um desenvolvimento das habilidades dos profissionais. A transição pela qual a empresa deve passar no seu processo de informatização deve ser gradual e não precisa necessariamente ser *desagradável*.

"(...) Começar pensando pequeno é a maneira apropriada para empresas de qualquer porte."<sup>16</sup>

A difusão deste conhecimento ainda sofre certa inibição, e poderíamos enumerar alguns fatores que contribuem para isso como por exemplo: os custos relativamente elevados de hardware e software; uma

<sup>14</sup> LARANJEIRAS, Antônio C. R. Novos Caminhos da Engenharia Estrutural. Conferência proferida no II mb Software Forum Alemanha/Brasil. Salvador, Abril de 1996.

<sup>15</sup> NOVITSKI, B. J. Start Small With CAD. In: *Architecture*, vol. 83, Dezembro de 1994, pp. 117-119.

<sup>16</sup> Idem, p. 117.

resistência a modificar a maneira tradicional de elaborar, conceber e produzir espaços arquitetônicos; o design dos artefatos computacionais a saber: equipamentos e programas, que muitas vezes não estabelecem a interface necessária para as práticas projetuais e/ou produtivas em questão, e a necessidade de uma melhor formação dos profissionais, principalmente por parte das escolas de engenharia e arquitetura, no que diz respeito a reflexão dos impactos destas novas tecnologias para estas áreas de conhecimento.

Dentro deste contexto, MACHADO (1993), acrescenta:

“Qualquer reflexão sobre o impacto cultural das novas tecnologias deve levar em consideração a premissa de que as inovações técnicas estão, muitas vezes, inseridas em práticas culturais estabelecidas, que obscurecem ou neutralizam seus efeitos desestabilizadores. Esse fato, todavia, não nos deve autorizar um retorno comodista aos modelos de ruptura do passado, mas nos ajudar a forjar os instrumentos conceituais adequados para entender e avaliar a produção cultural de nosso tempo.”<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> MACHADO, Arlindo. Op. cit., p. 20.

### 4.3. Trabalho Simultâneo

Uma das principais justificativas das pesquisas dedicadas ao uso dos recursos da informática como instrumentos de integração das etapas de projeto e produção de edificações, está no fato da possibilidade de manipulação mais eficaz do fluxo de informações, geradas, desenvolvidas, utilizadas e armazenadas durante todo o processo. Este fluxo de informações é normalmente estabelecido de forma *seqüencial*, haja visto todas as atividades que se seguem desde a concepção de um espaço até a materialização deste, enquanto ambiente construído.

As atuais tecnologias da informação podem libertar o imaginário, que deixa de ser necessariamente individual e passa a poder expressar-se de forma coletiva, a partir das redes de computadores e da capacidade de representação de idéias, cálculos, gerenciamento de informações etc., proporcionadas pelas ferramentas da informática, ao permitirem que diversas pessoas se comuniquem e executem um processo de criação (on-line), coletivo, integrado e participativo.

É importante observar que estas tecnologias implicam na possibilidade da concepção, experimentação e execução de forma simultânea e integrada de todas as modalidades de projeto (arquitetura, estruturas, elétrica, hidráulica, fôrmas, executivo., etc.), mesmo que os diversos profissionais envolvidos estejam separados espacialmente.

Na opinião de consultores e pesquisadores da área, os avanços propiciados pela informática nas áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção são marcantes e já se torna possível aferir pontualmente aumento de produtividade.

“Segundo analistas, a diferença está no trabalho mais integrado, possibilitado pelas redes e o fato de a informática ser usada como sistema de comunicação.” (GOMES, 1995)<sup>18</sup>

Diante da possibilidade do trabalho simultâneo de profissionais em diferentes terminais de trabalho informatizados, ou até em espaços físicos diferentes, torna-se relevante uma abordagem sobre as possibilidades oferecidas pelo trabalho colaborativo promovido pelas redes de computadores, bem como das perspectivas que se abrem com a utilização das informações acessáveis em redes mundiais como a Internet, por Engenheiros e Arquitetos de todo o mundo.

### 4.3.1. Um Novo Paradigma: A Colaboração

As transformações que envolvem a transição de atividades sequenciais em simultâneas, obrigatoriamente perpassam pela idéia de um trabalho *colaborativo*. Termo antigo... significado novo. Por mais familiar que pareça, a colaboração tem se apresentado nos jornais e revistas como um assunto extremamente atual e desconhecido para os iniciantes nos trabalhos em rede de computadores. A *colaboração* extrapola os conceitos de *comunicação*, de *participação coletiva* e de *troca de idéias e informações*.

Enquanto a comunicação implica a troca de informações, a colaboração significa a criação de uma compreensão, um entendimento compartilhado dos objetivos a serem alcançados e, principalmente, dos requisitos a serem cumpridos. Mas, como em qualquer mudança fundamentada em tecnologia, as empresas que optarem por esta nova forma de trabalho em grupo terão que esperar um certo tempo para que suas expectativas se alinhem com a realidade. As experiências divergem

<sup>18</sup> GOMES, Nelson dos S. Informática e Produtividade. In: Revista *Construção*. Nº 2472, São Paulo, Junho de 1995, p. 24.



1. COMPETÊNCIA: Colaboração entre incompetentes, não importa se esforçados ou bem intencionados não pode ser bem sucedida. Colaboradores não tem de ser brilhantes, mas devem ser competentes para lidar com os problemas que enfrentam.
2. OBJETIVO COMPARTILHADO E COMPREENDIDO: Uma colaboração não é definida pela relação entre as pessoas, mas pelos objetivos a ser alcançados.
3. RESPEITO MÚTUO, TOLERÂNCIA E CONFIANÇA: Além de competência deve haver um limiar de respeito, tolerância e confiança mútuos para que uma colaboração tenha êxito. Os colaboradores bem sucedidos se concentram mais no gerenciamento das qualidades do outro do que em seus defeitos.
4. CRIAÇÃO E MANIPULAÇÃO DE ESPAÇOS COMPARTILHADOS: A colaboração é baseada em compartilhamento de espaço. Pode ser um quadro-negro, um teclado de piano, uma sala de ensaio, um protótipo ou um modelo. Esses espaços normalmente permitem o acesso de todos os colaboradores em tempo real.
5. FORMAS MÚLTIPLAS DE REPRESENTAÇÃO: Cada nível de representação - matemática, logística, estrutural, verbal, visual - representa uma lente, através da qual se vê a tarefa colaborativa. Entretanto, é o acesso a essas múltiplas representações que permite aos colaboradores compreender coletivamente os elementos-chave do problema.
6. JOGUE COM AS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO: Colaboradores bem-sucedidos jogam seriamente. Essa perspectiva permite que eles tomem uma decisão quando se sentirem seguros.
7. COMUNICAÇÕES ININTERRUPTAS, MAS NÃO CONTÍNUAS: A menos que seja exigido pelas circunstâncias, os colaboradores não mantêm comunicação constante. Ao contrário, procuram criar um ritmo, um andamento e um fluxo de comunicação, evitando interferir um com o outro enquanto asseguram que os acontecimentos estejam prosseguindo a passo acelerado. Isso maximiza tanto a flexibilidade quanto a espontaneidade - duas qualidades de comunicação que os colaboradores bem-sucedidos enfatizam como essenciais.
8. LINHAS CLARAS DE RESPONSABILIDADE, MAS NENHUM LIMITE RESTRITIVO: As pessoas têm tanto um papel funcional definido quanto uma licença para ir aonde a tarefa as leve. Espera-se que os colaboradores tirem dúvidas entre si.
9. A PRESENÇA FÍSICA NÃO É NECESSÁRIA: As redes de computadores e as máquinas de fax redefiniram a presença, mas sempre houve a possibilidade de colaborações bem-sucedidas a longa distância (correspondências, telefonemas, etc.) Um biólogo molecular do Whitehead Institute, no MIT, diz que pesquisadores de todo o mundo se comunicam via fax, trocando esboços de proteínas e estruturas de enzimas o tempo todo - e os que recebem devolvem-nos com comentários, críticas e propostas alternativas. Hoje, usam a internet em vez de fax.
10. USO SELETIVO DE OUTRAS PESSOAS: Colaboradores bem-sucedidos solicitam ajuda externa. Nada lhes é imposto. Eles estão constantemente à procura de pessoas e informações que os ajudem a concluir uma missão.

Algumas das Regras Básicas da Colaboração (SCHARAGE, 1995)<sup>20</sup>

<sup>20</sup> SCHARAGE, Michael. As Regras da Colaboração. In: Informática Exame Especial (artigo extraído da Revista FORBES), São Paulo, Setembro, 1995, pp. 70-72.

A partir da observação destas regras básicas (gerais: independem do tipo de aplicação) é possível perceber que um resultado efetivo do ponto de vista da integração dos profissionais da construção civil, não depende apenas de sua instrumentalização através das redes de computadores. Mesmo que os arquitetos, os engenheiros das mais diversas especialidades e os técnicos, estejam todos trabalhando “on line” em terminais interligados, não caracterizarão necessariamente um *trabalho integrado*, se não apresentarem uma preocupação anterior típica do trabalho colaborativo.

Especificamente sobre o trabalho simultâneo promovido pela informática, nas áreas de arquitetura e engenharia, pode-se analisar alguns exemplos de pesquisa e aplicações práticas como as desenvolvidas pelo CIFE - Center of Integrated Facility Engineering. Este centro de pesquisa da Universidade de Stanford (EUA), vem desenvolvendo softwares com o objetivo de integrar profissionais das diversas áreas da Construção Civil, visando um processo interdisciplinar de construção do espaço.

Os pesquisadores deste centro partem da premissa que a Informática é o melhor meio de promoção de uma melhor comunicação entre arquitetos, engenheiros, consultores, construtores, técnicos, etc.). Segundo estes, as tecnologias da informática podem fornecer a chave para o aperfeiçoamento destas comunicações e para a uniformização do fluxo de informação requerido pelo processo construtivo de uma edificação, desde os planejamentos iniciais, passando pelo projeto e documentação, até a construção e gerenciamento de sua execução.

“Atualmente, a maioria das edificações estão cronicamente atrasadas em suas programações de obra, com orçamentos acima do previsto e repletas de erros nos projetos e na construção - problemas estes atribuídos à fragmentação interna da indústria da construção e ao nível precário de comunicações entre as diversas áreas/disciplinas. (...) O CIFE mantém juntos e em colaboração, debaixo

do mesmo teto, arquitetos, engenheiros, construtores e pesquisadores em informática.” (NOVTSKI, 1994)<sup>21</sup>

Uma de suas pesquisas diz respeito a superposição de conceitos de Sistemas Baseados em Conhecimento (KBS - Knowledge Based Systems) a um programa de CAD. O software ICM (Interdisciplinary Communication Medium), desenvolvido em 1994, permitia que vários profissionais trabalhassem em um mesmo modelo tridimensional de acordo com a sua especialidade. As diferentes partes do projeto apareciam na tela dependendo do profissional envolvido, ou seja, o arquiteto podia visualizar o layout dos objetos arquitetônicos (cômodos, paredes, janelas e portas), enquanto o engenheiro trabalhava com o mesmo modelo em 3D, visualizando os elementos estruturais (vigas, colunas e fundações.).

Um exemplo típico de sua aplicação seria o seguinte: O arquiteto faz a concepção do projeto do edifício criando um modelo em 3D, no qual é apresentada a forma básica do edifício, as localizações dos cômodos, as aberturas e referentes localizações das esquadrias, etc. O engenheiro de estruturas propõe uma estrutura em aramado em conformidade com o modelo arquitetônico. O arquiteto “interpreta” o modelo, identificando os elementos de seu interesse como as saídas para energia, etc. O engenheiro estrutural interpreta o modelo proposto, identificando colunas, vigas e conexões estruturais.

Em uma fase posterior, considerada um estágio de crítica da proposta, as informações arquitetônicas são analisadas sob o ponto de vista do atendimento de alguns requisitos como o de consumo de energia; o projeto estrutural é analisado de acordo com estudos de resistência às cargas. Finalmente, em um estágio de explanação, qualquer discrepância

---

<sup>21</sup> NOVTSKI, B. J. Linking up the Building Team (New Software Connects Design to Engineering and Construction). In: *Architecture*, vol. 83, Setembro, 1994, p. 129.

entre o projeto proposto e o avaliado é mostrada no modelo em 3D, através de códigos de cores e outras simbologias.

Um projeto estrutural com um lançamento inaceitável dos elementos, gera uma visualização exagerada das colunas e suas deflexões. Estas visualizações gráficas são particularmente importantes na explicação dos problemas entre os membros da equipe que não são especialistas na área em avaliação.

Este software (ICM) tem ajudado a reduzir erros e atrasos através de uma maior colaboração entre os profissionais de diferentes disciplinas. Para isso foi preciso uma integração entre o CAD e o KBS de forma a dar um melhor suporte à criatividade. Segundo os pesquisadores, os profissionais da construção civil precisam de sistemas gráficos que além de possuir recursos de “layers”, estilos de linhas, fontes, cores, etc., suportem diferentes critérios de semântica, críticas e explicações dos desenhos. Paul Teicholz, diretor do CIFE afirma que toda esta tecnologia sozinha não mudará nada:

“(...) Nós precisamos pensar sobre formas de trabalho radicalmente diferentes, para produzir edifícios com bom desempenho desde o início, assim como nós produzimos carros que usualmente apresentam um bom desempenho desde a primeira vez que nós os dirigimos.” (TEICHOLZ, 1994)<sup>22</sup>

Exemplos adicionais podem ser encontrados em pesquisas, nas quais, os princípios de *Engenharia Simultânea* (conceito amplamente utilizado na indústria mecânica) tem sido aplicados ao setor de construção civil. Conforme estes estudos, as filosofias de desenvolvimento do produto edificação passaram por algumas modificações nas últimas décadas, motivadas pela necessidade de eliminação de retrabalhos durante a execução e diminuição de custos de uso e manutenção do edifício (fig. 19).

<sup>22</sup> TEICHOLZ, Paul. Entrevista a NOVTSKI, B. J. Op. cit. p. 129.

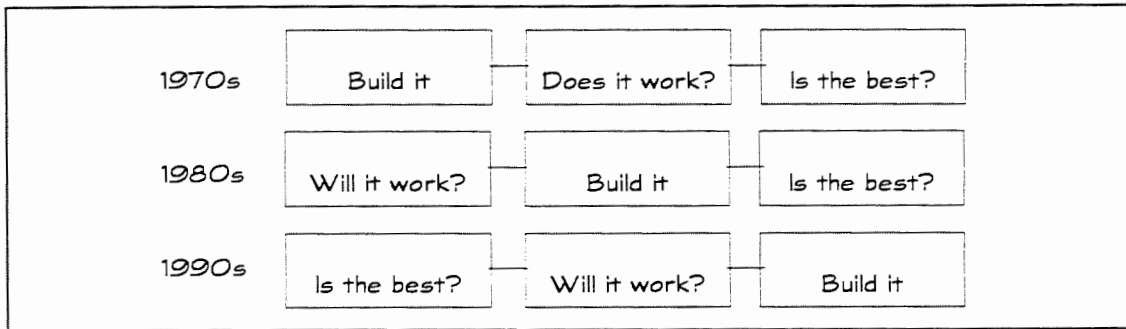


Figura 19 - Filosofias de Desenvolvimento do Produto Edifcação (DE LA GARZA et al., 1994)<sup>23</sup>

Para implementação destes princípios, estes autores propõem a formação de equipes multidisciplinares (Fig. 20) que eliminem as barreiras e as distâncias entre as fases da construção e assim justificam:

“Para que as equipes multidisciplinares obtenham sucesso é importante que haja colaboração e não apenas comunicação entre as equipes. (...) as redes de computadores possibilitam a formação de equipes multifuncionais com os membros localizados em qualquer local do planeta.”(DE LA GARZA et al.,1994)<sup>24</sup>

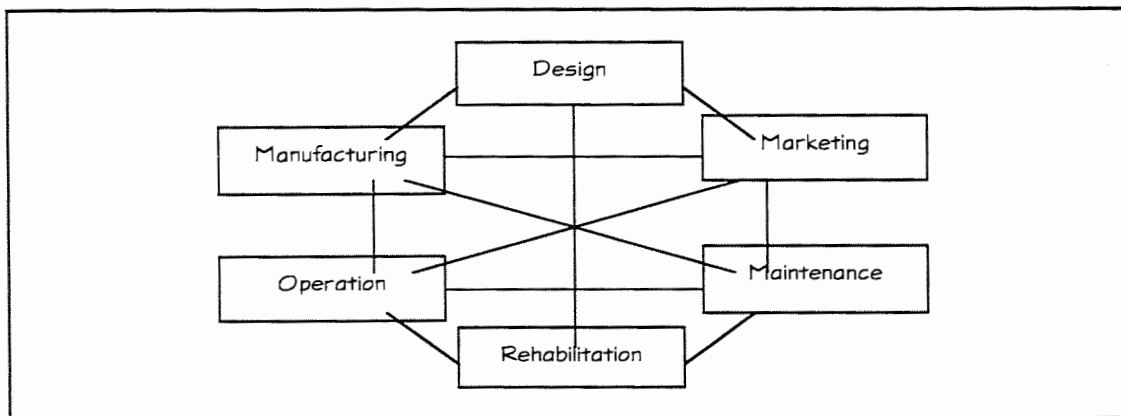


Figura 20 - Equipe Multifuncional (DE LA GARZA, et al., 1994)<sup>25</sup>

De acordo com este raciocínio, quando existe mais colaboração do que comunicação, torna-se simples para a equipe encontrar um consenso sobre o problema em questão e suas soluções. Entretanto, durante o

<sup>23</sup> DE LA GARZA, Jesus et al. Op. cit., p. 50.

<sup>24</sup> Idem, pp. 51-52.

processo de resolução dos problemas é preciso seguir alguns passos que vão desde a definição de um vocabulário comum, passando por um reconhecimento de uma mesma proposta, de acordo com as prioridades individuais dos membros da equipe.

NOVITSKI (1993)<sup>26</sup>, também dá alguns exemplos de experiências envolvendo conexões à longa distância (vídeo-conferências, discussões on-line), através das quais arquitetos e engenheiros podem trabalhar no mesmo projeto e desenvolver simultaneamente questões afins. Muitos destes exemplos podem ser encontrados em artigos científicos e revistas especializadas dos últimos cinco anos, o que apenas atesta as tendências do setor nesta chamada “era da informação”.

#### 4.3.2. Um Novo Conteúdo: a Informação

Já faz algum tempo que os programas de Cad tem demonstrado um preocupação maior que a de “representar” o projeto através de desenhos mais elaborados. Softwares que anteriormente ofereciam apenas recursos de desenho, sem que qualquer informação analítica estivesse associada, têm apresentado características de projeto paramétricos, nos quais, os arquitetos e projetistas podem especificar atributos de tamanho e tipo dos elementos e a representação gráfica é gerada automaticamente (NOVITISKI, 1994)<sup>27</sup>.

Como resultado destes avanços, pode-se observar, entre outras coisas, uma integração entre a representação visual e as análises automatizadas como uma forma de detectar incompatibilidades entre os

<sup>25</sup> Ibid. p. 51

<sup>26</sup> NOVITISKI, B. J. A/E/C Systems show reveals software mergers robotics and long-distance linkups. In: *Architecture*, vol. 82, Agosto de 1993, p. 91.

<sup>27</sup> NOVITISKI, B. J. A/E/C Show Forecasts New Computer Networks. In: *Architecture*, vol.83, agosto de 1994, p. 117.

subsistemas, além da recuperação de informações através de programas gráficos associados a bancos de dados externos, armazenados em quaisquer pontos da rede.

O paradigma da colaboração faz com que os profissionais enxerguem os diversos tipos de conhecimento que envolvem a construção de um espaço de forma diferente. São dados de origem gráfica, analítica ou numérica, que podem ser consultados e requisitados de acordo com a necessidade específica da atividade a que diz respeito. Mais do que simples desenhos ou resultados de cálculos, estes dados pelo fato de serem manipulados por várias pessoas ganham um novo conceito: o de “informação utilizável”.

Para tornar tal informação “utilizável”, todos estes dados precisam ser armazenados corretamente e a medida que são solicitados, sua atualização pode se tornar necessária. As atualizações devem ocorrer, de forma que estas alterações não comprometam a consistência e a validade dos mesmos. Novas formas de armazenar e de trabalhar as informações tem surgido, dentre estas, os softwares de computação colaborativa merecem um destaque especial.

Os softwares de computação colaborativa já estão presentes no dia-a-dia de muitos escritórios. Eles transportam mensagens, substituem papéis por formulários eletrônicos e facilitam o compartilhamento de informações. Em grandes empresas, por exemplo, as informações podem estar espalhadas por vários departamentos, ou até mesmo fora da organização. Esta descentralização traz algumas vantagens do ponto de vista operacional, pois permite a rápida manipulação de dados locais.

Por outro lado, esta forma descentralizada de armazenamento, torna os dados corporativos e históricos distantes e difíceis de acessar, criando uma espécie de arquipélago, formado por ilhas de informação.

Antes de tudo, é necessário uma compreensão de que o tipo de informação necessária ao usuário operacional é diferente daquele utilizado por quem toma decisões.

Dentro das empresas, de qualquer que seja o ramo, geralmente existem dois tipos de processamento de informações. Um baseia-se em transações e é usado operacionalmente. O outro trabalha com sistemas de apoio à decisão. O sistema baseado em transações, usado nas aplicações operacionais, é construído de forma a processar informações específicas, usando apenas os dados essenciais para atingir seu objetivo. Já os sistemas voltados para apoio à decisão são desenvolvidos para que o usuário tenha uma visão integrada e intuitiva dos dados.

“Os sistemas de apoio à decisão operam hoje com uma tecnologia que já existe há um bom tempo e que agora ganha força impulsionada pela evolução do hardware e do software. Trata-se de um conceito denominado *data warehousing* - ou seja, armazenamento de dados - no qual, as informações são preparadas para o uso de pessoas que tomam decisões e não para usuários operacionais.” (RAMALHO, 1995)<sup>28</sup>

Na definição do autor acima citado, este ambiente de *data warehouse* é capaz de integrar informações provenientes de vários bancos de dados operacionais em um único banco de dados lógico, que pode ser entendido como um repositório central desenvolvido para facilitar o processo de suporte à decisão. Para projetar um ambiente deste tipo, exige-se um tempo de elaboração razoável, além de uma intensa interação entre usuários e técnicos, pelo fato de envolver um conjunto muito grande de ferramentas de software e integração de hardware.

Alguns pacotes de groupware já podem ser encontrados no mercado mas além destes, existem outros programas menores que

<sup>28</sup> RAMALHO, José A. Para Apoiar a Decisão. In: Informática Exame Especial, São Paulo, setembro de 1995, p. 45.



desempenham tarefas específicas. Entre estes podem ser citados os gerenciadores de documentos (trabalham com documentos eletrônicos, em papel ou digitalizados através de um scanner e também com os fax recebidos), softwares para criação e preenchimento de formulários eletrônicos (criam formulários que podem ser preenchidos no micro, ou eventualmente por dados já pré-escritos a partir de informações retiradas de banco de dados) e programas de correio eletrônico.

Pode-se perceber, portanto, que uma simultaneidade realmente produtiva entre os profissionais de uma ou mais empresas do setor de edificações (escritórios de projeto, construtoras, incorporadoras, etc.) está diretamente relacionada com a maneira de armazenamento e tratamento de todos os tipos de informações envolvidas. Poderíamos dizer que os micros interligados em rede, exigem um trabalho de colaboração que depende de um bom projeto de armazenamento de dados em ambientes corporativos.

Como um passo inicial no sentido de promover uma maior integração entre todos os profissionais envolvidos com o projeto e a produção de um edifício, FISCHER (1995)<sup>29</sup> propõe uma arquitetura de software chamada "The Circle" que integra o que ele chama de fases de "pré-construção". Entenda-se por pré-construção todas as fases que envolvem a concepção, projetos, especificações, detalhamento, estimativas de custos e programação, ou seja, tudo que é anterior ao início da execução em canteiro.

*The Circle* promove um mecanismo simples de transmissão do conjunto de parâmetros envolvidos por entre os membros da equipe e de uma atividade para outra. Esta arquitetura é apresentada como uma evolução de duas outras formas estruturais de organização, as quais, são

<sup>29</sup> FISCHER, Martin. Op. Cit. pp. 122-133.

ilustradas nas figuras 21(a) e 21(b). Em seguida é apresentada a arquitetura *The Circle* (Fig. 22), de forma que é possível ter a idéia básica de como as informações podem circular em um software com estas características.

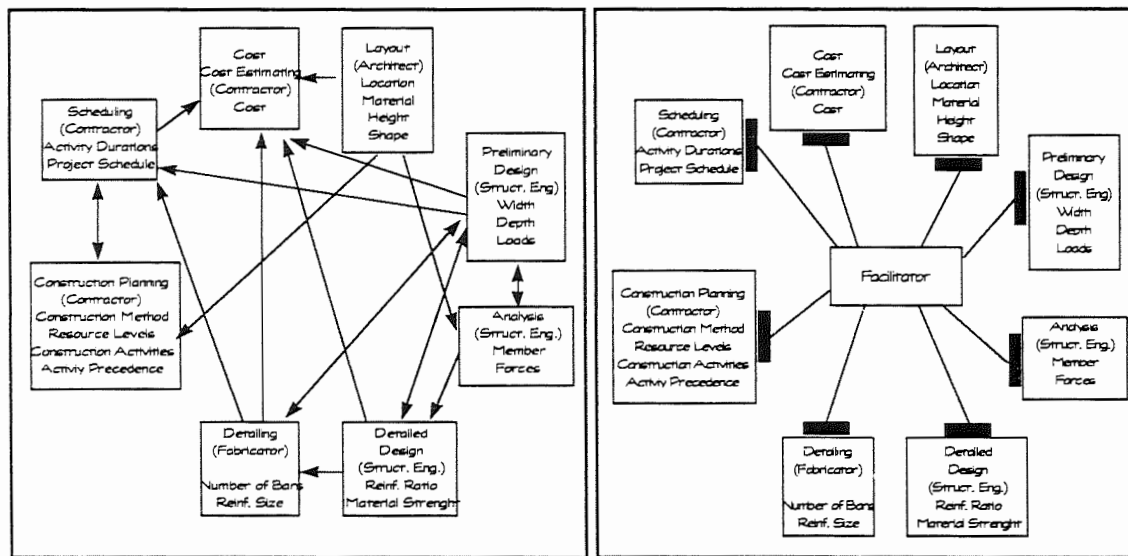


Figura 21(a) - Integração Organizacional Corrente (FISCHER, 1995)<sup>31</sup>

Figura 21(b) - Integração Organizacional Corrente (FISCHER, 1995)<sup>30</sup>

Esta arquitetura para softwares é o resultado de pesquisas e testes que vem sendo realizados, com vistas no desenvolvimento de um programa que promova de forma mais eficiente (com o mínimo de gargalos e o máximo de feedbacks entre as atividades), um fluxo de informações contínuo entre diferentes profissionais e suas atividades, na concepção e execução de um edifício. Portanto, não há a pretensão neste momento, de eleger a estrutura organizacional “ideal” para tal fim, mas apenas constatar a importância que tem sido dada as pesquisas na área, como uma motivação para o estabelecimento desta integração através da informática, enquanto meta a ser alcançada.

<sup>30</sup> FISCHER, Martin. Op. cit. p. 123.

<sup>31</sup> FISCHER, Martin. Op. cit. p. 123.

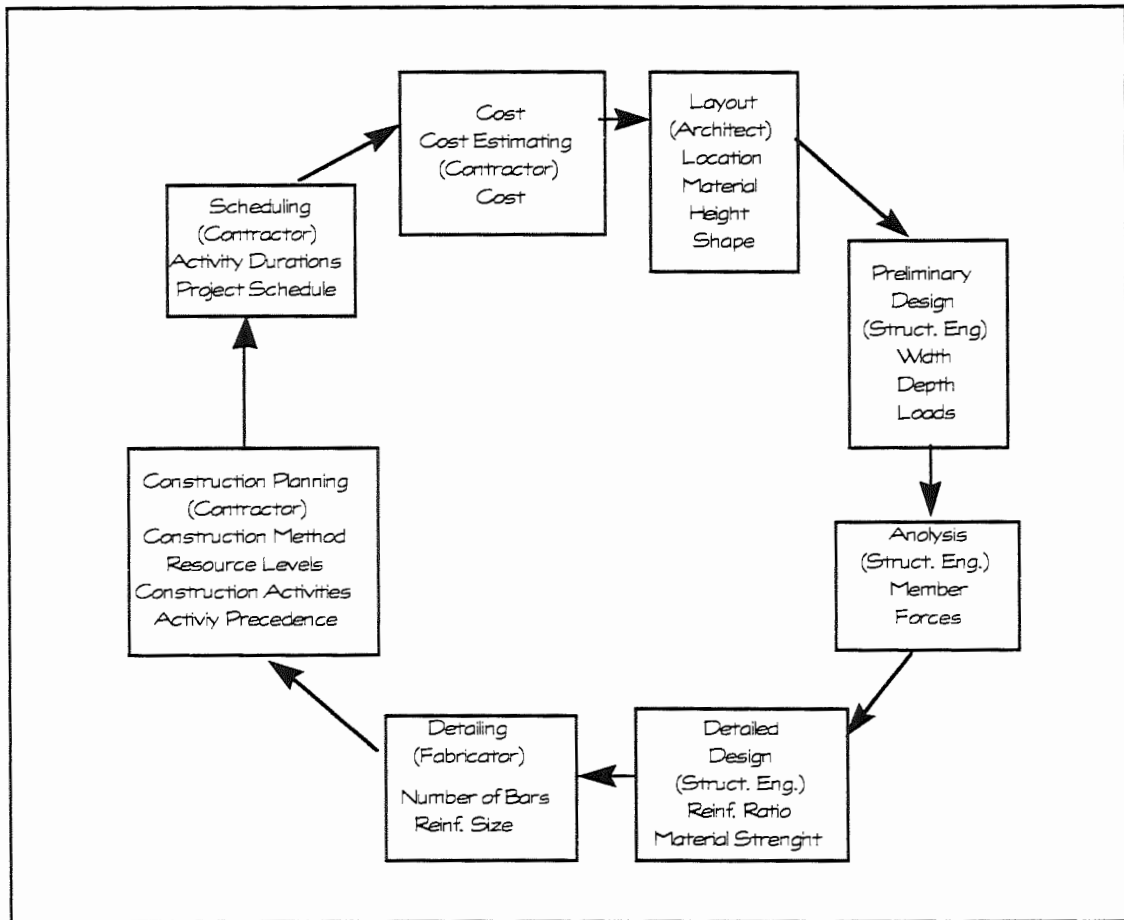


Figura 22- Circle Integration (FISCHER, 1995)<sup>32</sup>

## 4.4. Informações em Trânsito

Existem várias formas de estabelecer a conexão entre atividades de Projeto e de Produção de uma edificação e, como visto no capítulo III, algumas destas não implicam necessariamente o uso de ferramentas informatizadas. Estas últimas, porém, agilizam todo o processo, além de abrirem inúmeras possibilidades, inclusive a do trabalho simultâneo percorrido no item anterior deste capítulo.

Alguns profissionais já incorporaram a prática do intercâmbio de arquivos em disquetes referentes aos projetos de arquitetura e

<sup>32</sup> FISCHER, Martin. Op. cit. p. 127.

complementares, digitalizados no mesmo formato e produzidos pelo mesmo programa. Esta prática apesar de não caracterizar um trabalho simultâneo, possibilita o desenvolvimento de *elos de integração* entre as atividades. Um outro exemplo pode ser caracterizado pela quantificação automática de materiais e elementos construtivos, a partir de informações analíticas (atributos) extraídos do projeto em CAD.

Porém, este *trânsito de informações* ainda sofre algumas ações inibidoras como proibições de remessas de disquetes contendo os desenhos dos projetos em Cad, ou de outros documentos técnicos do projeto. Por consequência, estas proibições acabam por atingir quem paga pela elaboração dos projetos: o próprio cliente. O argumento é geralmente o mesmo: falta de garantia de que os desenhos, tanto quanto as informações adicionais, não serão modificados, uma vez que poderão ser examinados em outros computadores.

As dificuldades operacionais com respeito a segurança na transferência internacional de arquivos, são evidentes e ainda há muito o que ser pesquisado e desenvolvido no sentido de promover uma proteção eletrônica (encryption) dos arquivos, acompanhada de uma proteção legal, a nível nacional e internacional (Intellectual Property Rights).

Na tentativa de resolver o impasse criado pela falta de garantia de inviolabilidade e já que o custo de tentar garantir arquivos com 100% de detecção positiva resulta proibitivo, na maioria das aplicações, foi necessário desenvolver uma metodologia fundamentada na implementação de um software que fosse ao mesmo tempo adequado e simples, de maneira a realizar uma verificação que permitisse identificar quando um arquivo de computador foi modificado, inadvertidamente ou não. Isso sem importar qual fosse a causa, desde uma falha de hardware até erros de programas, ou mesmo alterações propositais.

Em termos técnicos, fez-se necessário garantir a *integridade funcional* dos documentos gerados. Para resolver tal problema, uma entidade de padronização internacional, dedicada principalmente a telecomunicações, deu origem a um algoritmo que é utilizado em protocolos de comunicações, capaz de verificar a integridade dos blocos de dados entre diversas mídias.

O algoritmo CRC-32 (do inglês: 32-bit Cyclical Redundance Check), é capaz de perceber mínimas alterações como modificações de uma linha no desenho, mudança da cor de um pequeno traço, etc., através de uma técnica chamada de “divisão polinômica”, cuja explicação mais aprofundada pode se tornar cansativa e desnecessária dentro dos objetivos deste trabalho. Maiores detalhes são apresentados por GUZMAN (1995) que exemplifica:

“O projetista produz os documentos do projeto e posteriormente transmite esses documentos via comunicação digital (modem), para que sejam reproduzidos e utilizados da melhor forma possível, tanto no canteiro quanto nos escritórios do cliente; este, por sua vez, recebe os documentos, confere sua validade e transfere para cada empreiteiro o conjunto de documentos que julgar pertinente. Quando desejar ou precisar fazer comentários, produz seus próprios documentos com base nos do projetista, também “certificando-os” (...) e os encaminhando pela mesma via. (...) Assim, os documentos vão e voltam trafegando eletronicamente pelas linhas telefônicas com uma clara redução nos tempos de tramitação, transporte pelos correios e, obviamente, de redesenho das informações necessárias às atividades próprias de construção.” (GUZMÁN)<sup>33</sup>

A utilização de mecanismos como este, soluciona em parte o problema do trânsito livre das informações digitais. Certamente, demorará um pouco até que os profissionais *confiem* plenamente nestes dispositivos de segurança, até porque esta nova imposição do mercado traz à tona

<sup>33</sup> GUZMÁN, Ricardo R. Op. cit. p. 17

algumas questões que ainda não estão bem definidas internamente ao setor.

A figura do “autor” do projeto, do “artista”, do “criador” sente-se ameaçada haja visto a facilidade com que suas “obras” podem ser alteradas. Esta ameaça pode ser observada principalmente, diante da ênfase que tem sido dada à compatibilização entre projetos, a submissão dos mesmos a um processo de coordenação etc. O trabalho colaborativo parece não estimular a figura de “um autor” e sim de uma “equipe de autores e executores” por entre os quais as informações transitam com facilidade e clareza.

Portanto, resta saber quanto tempo mais teremos que esperar para que os profissionais, arquitetos e engenheiros, sintam-se recompensados por fazer parte de uma “equipe” e mais: percebam o fruto de um trabalho integrado e flexível (no que diz respeito a compatibilização entre os projetos, os softwares devem ser extremamente flexíveis) refletido em um produto final que corresponda realmente as necessidades do usuário e apresente uma qualidade superior aos demais.

Ponte: ARCHITECTURE, julho de 1993.



Figura 23- Acima: Simulações de Iluminação de ambiente interno de um teatro. Abaixo: Após renderização com um software da Intergraph, o modelo foi exportado para um Macintosh onde foram criados efeitos de "lápis". Gensler & Associates, Los Angeles.

Figura 24- Edifício criado a partir de modelo eletrônico no Minicad. A residência foi preservada. Roberto Candusso Arquitetos Associados, São Paulo.



Fonte: CADesign, N. 07, 1995.

As figuras acima, exemplificam algumas possibilidades que tem sido exploradas através da informática, no que diz respeito à apresentação de projetos a partir de modelos eletrônicos. Na figura 23, é possível observar a aplicação de um efeito "pincel" na tentativa de dar ao modelo eletrônico fotorrealístico, a característica de "projeto artístico", comum nas apresentações feitas à mão com nanquim. Na figura 24, o edifício foi inserido em uma foto com uma edificação já existente, permitindo a visualização prévia (em 3D) de sua implantação no terreno.

Tabela 3 - APLICAÇÃO: PROJETOS COMPLEMENTARES

PROGRAMA	DESCRIÇÃO	PLATAFORMA
<p>AUTOELECTRIC</p> <p>Fabricante: PROENG PRG Projetos Ltda</p>	<p>Software de CAD para o desenvolvimento de projetos de instalações hidro-sanitárias e combate a incêndio de edificações em geral. Totalmente compatível com as normas brasileiras., com grande número de bibliotecas e detalhes. Efetua cálculos de perdas de carga e apresenta a possibilidade de gerenciamento da biblioteca de símbolos através de um poderoso editor de símbolos. Geração de listas de materiais com o levantamento automático de quantitativos de tubulações, curvas, ralos, etc. Compatível com o AUTOCAD.</p>	<p>PC (DOS ou Windows)</p>
<p>AUTOHIDRAULIC</p> <p>Fabricante: PROENG PRG Projetos Ltda.</p>	<p>Software CAD para o desenvolvimento de projetos de instalações hidro-sanitárias e combate a incêndio de edificações. Totalmente compatível com as normas brasileiras., com grande número de bibliotecas e detalhes. Efetua cálculos de perdas de carga e apresenta a possibilidade de gerenciamento da biblioteca de símbolos através de um poderoso editor de símbolos. Geração de listas de materiais com o levantamento automático de quantitativos de tubulações, curvas, ralos, caixas, peças, etc. Compatível com o AUTOCAD.</p>	<p>PC (DOS ou Windows)</p>
<p>AUTOMOLDER</p> <p>Fabricante: PREMOLDER Automação e Engenharia Ltda.</p>	<p>Elaborado para fazer projetos de concreto pré-moldado, com rapidez e segurança, desde galpões simples até estruturas complexas. Não há necessidade de desenhar, todo o projeto é desenvolvido através de perguntas e preenchimento de dados nas caixas de diálogo. O projeto é iniciado em planta baixa, com a delimitação das dimensões da obra e a marcação dos pontos onde as entidades (vigas, pilares, fundações, etc.). O sistema permite que se efetive modificações a qualquer momento, alterando instantaneamente as informações contidas nas entidades.</p>	<p>PC (DOS ou Windows)</p> <p>Requer o Software AutoCAD R12 ou R13.</p>
<p>AUTOBUILDER</p> <p>Fabricante: SKA Automação Industrial</p>	<p>Software de apoio a projetos arquitetônicos. Possui um banco de dados para a elaboração de orçamentos, quantidades e custos da obra e também a inserção de módulos de elétrica e hidráulica, além de recursos mais sofisticados na parte de esquadrias e telhados. O Autobuilder apresenta interface com o 3D Studio para renderização.</p>	<p>PC (DOS ou Windows)</p> <p>Requer o Software AutoCAD R12 ou R13.</p>



PROGRAMA	DESCRIÇÃO	PLATAFORMA
<p>CADPROJ</p> <p>Fabricante: Highlight Computação Gráfica</p>	<p>Aplicativo desenvolvido no ambiente do AUTOCAD que automatiza a criação de projetos de instalações prediais. O software tem duas versões : CadProj Elétrica e CadProj Hidráulica. A primeira permite por exemplo projetar luminárias para teto e parede e tomadas de energia. A segunda esquematiza traçados e especificações de redes de água, esgoto, incêndio etc.</p>	<p>PC (DOS ou Windows)</p> <p>Requer o Software AutoCAD R12 ou R13.</p>
<p>CYPECAD 3D</p> <p>Representante no Brasil: MULTIPLUS Computação Gráfica</p>	<p>Software que automatiza o projeto de edifícios de concreto armado, faz a análise e o dimensionamento, além de detalhar os desenhos finais de viga, pilares, lajes e fundações de forma automática. Faz também o mapeamento geográfico dos esforços devidos a ventos e a inserção da nomenclatura técnica da ABNT. Trabalha em arquivos no formato DXF.</p>	<p>PC (DOS)</p>
<p>MICROFE</p> <p>Fabricante: MB Software</p>	<p>Dimensionamento de estruturas de concreto armado formadas por barras e/ou superfícies, como também dimensionamento de estruturas metálicas simples. Técnicas de entrada de dados de programas CAD e representações gráficas compactas de resultados. Possui um gerador especial de estruturas 3D que permite ao usuário unir projetos prontos e adicionar outras estruturas. Também está capacitado a unir túneis e tubos promovendo o encontro de túneis em qualquer ângulo.</p>	<p>PC (DOS)</p> <p>Workstation (Sistema UNIX)</p>
<p>PROCAD WERK</p> <p>Fabricante: MB Software</p>	<p>Oferece recursos de distribuição e racionalização de pré-moldados e consta dentre suas múltiplas funções, orientações sobre a distribuição automática mais racionalizada possível das peças pré-moldadas em qualquer projeto arquitetônico desenhado em CAD.</p>	<p>PC (DOS)</p> <p>Workstation (Sistema UNIX)</p>
<p>TQS</p> <p>Fabricante: TQS Informática</p>	<p>Este software possui editor gráfico que pode produzir o desenho final sem o CAD. Os módulos do TQS dividem-se em : <i>Formas</i>- que fazem a distribuição de dados para todos os outros módulos - <i>vigas, pilares, lajes, fundações, pórticos espaciais e grelhas</i>. O sistema tem ainda aplicativos para corte de madeira, otimização de barras de aço, detalhamento e desenvolvimento de estruturas especiais, além de interface com projetos de arquitetura em CAD, seja em 2D, ou em 3D. Há também um módulo para alvenarias e para instalações.</p>	<p>PC (DOS)</p>

Tabela 4 - APLICAÇÃO: PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

PROGRAMA	DESCRIÇÃO	PLATAFORMA
<p>MICROSTATION</p> <p>Fabricante: BENTLEY Systems (Intergraph)</p>	<p>Possibilidade de se trabalhar com o CAD/CAM em notebooks através de um recurso disponível no módulo <i>Field</i>, que se destina à engenharia de campo, cujos profissionais dependem sempre de desenhos e relatórios técnicos. Plantas técnicas e mapas de instalações, além de fotografias e coordenadas de posicionamento geográfico (GIS), podem ser consultados nos computadores portáteis, inclusive os operados com caneta. O Microstation Field propicia acesso a informações em tempo real no banco de dados central da empresa e uma interface de fácil operação permite consulta e inclusão de notas e mensagens para verificação ou alteração.</p>	<p>PC (DOS, Windows e Windows NT)</p>
<p>MICROSOFT PROJECT</p> <p>Fabricante: MICROSOFT</p>	<p>Trata-se de um aplicativo de planejamento, gerenciamento, programação e controle de empreendimentos com a vantagem de integração e compartilhamento de arquivos entre os diversos aplicativos da Microsoft (Word, Excel, Access, Power Point) além de interface com o AUTOCAD. Ao trabalhar com custos unitários, o planejador pode associar custos fixos ou custos unitários às tabelas de atividades ou recursos, com facilidade.</p>	<p>PC (Windows) Macintosh IBM (OS/2)</p>
<p>VOLARE</p> <p>Fabricante: PINI Sistemas</p>	<p>Família de produtos para quantificação, orçamento, planejamento e controle de obras. É constituído pelos seguintes módulos: Banco de Dados, Orçamentos, Gerenciamento, Finanças além de um módulo especial de Propostas Técnicas. Base de dados no padrão DBF (Dbase) o que facilita a integração com outros softwares e conceito de operação orientada a objetos onde as telas de manutenção dos arquivos possuem botões de função para gravar, excluir e consultar. Possibilidade de atualizações de preços, além de complementação técnica de insumos, critérios de medição de serviços, método executivo e outros dados complementares através do módulo Memorial Descritivo.</p>	<p>PC (Windows)</p>
<p>TRON-ORC</p> <p>Fabricante: WK Sistemas</p>	<p>Emissão de relatórios orçamentários, cronogramas e variada série de gráficos. Rede Pert-CPM que facilita o cálculo e o replanejamento do cronograma da obra, além de cálculo de orçamento, valores e quantitativos. Importa arquivos DXF.</p>	<p>PC (DOS)</p>

### 4.5.2. Aplicações Adicionais e Experiências de Escritórios

Além destes softwares relacionados anteriormente, existem no mundo inteiro, outros exemplos que não foram listados pela dificuldade de obter-se informações suficientes à respeito. Para estabelecer um panorama de como tem sido este uso nos escritórios em geral, alguns conjuntos de dois ou mais programas são citados a seguir, de forma sucinta, associados às suas respectivas aplicações, e ilustrados através de modelos eletrônicos produzidos por estes escritórios, dispostos de forma aleatória no decorrer do trabalho.

Tabela 5- APLICAÇÕES ADICIONAIS E EXPERIÊNCIAS EM ESCRITÓRIOS

PROGRAMAS	PLATAFORMA	TIPO DE APLICAÇÃO
ARC+ AUTOCAD	PC	Criação a Visualização do Projeto como um todo: Desenho Técnico; Maquetes Eletrônicas;
ARKEY 2D/3D	PC	Projetos em 2D e 3D;
AUTOCAD AUTOSHADE 3D STUDIO	PC	Projetos em 2D e 3D; Customização do ambiente AUTOCAD para formação de biblioteca de símbolos; Animação e Perspectivas na apresentação ao cliente;.
AUTOCAD AME(3D MOLDER BUILDER) 3DSTUDIO AUTOANIMATOR ALDUS PHOTOSTYLER	PC	Projeto Completo; Apresentação com efeitos de renderização e animação; Imagens foto-realísticas;
AUTOCAD PHOTOSTYLER PHOTOSHOP QUARQXPRESS	PC	Estudos preliminares; Desenvolvimento do projeto executivo;
AUTOCAD RADIANCE 2.3	WORKSTATION	Apresentações com efeitos de animação;
AUTOCAD VERSACAD CLARISCAD	MACINTOSH	Apresentações de Projetos; Geração automática de listas de materiais;

PROGRAMAS	PLATAFORMA	TIPO DE APLICAÇÃO
CAD SOFTWARES DE REALIDADE VIRTUAL	PC Óculos de Cristal Líquido	Com o óculos de cristal líquido o cliente vê a imagem em profundidade e compreende melhor a planta, propondo quantas alterações quiser.
DATA CAD STEREO-CAD REALTIME 3D STUDIO ADOBE PHOTOSHOP WORD EXCEL	PC WORKSTATION	Apresentações de projetos com recursos de Realidade Virtual, a partir de imagens scaneadas ou importadas;
DRAWBASE	PC	Cad que possibilita a integração com banco de dados e facilita o gerenciamento dos projetos.
FORM-Z ADOBE PHOTOSHOP GRYPHON SOFTWARE'S MORPH QUICKTIME ANIMATOR	MACINTOSH	Aplicação da multimídia integrada às técnicas de "morphing", onde as imagens se transformam durante a animação.
GDS - GRAPHIC DESIGN SYSTEM CORPORATION ARRIS	WORKSTATION	Conversão de um banco de dados orientado a objeto em desenhos bidimensionais; Conversão de imagens 2D em 3D com CAD orientado a objeto.
IBM ARCHITECTURE ENGINEERING SYSTEM VERSION	WORKSTATION	Projeto Completo; Apresentação com efeitos de iluminação
MICROSTATION MODELVIEW PHOTOSHOP PROJECT ARCHITEC/MODEL	INTERGRAPH MACINTOSH	Integração entre 2D e 3D; Foto-realismo de imagens;
MICROSTATION POWER DRAFT MODELVIEW	PC	Projetos de Engenharia em Rede (2D e 3D)
MINICAD STRATA STUDIO PRO VIDEO SHOP ELASTIC REALITY TRANS JAMMER PHOTOSHOP	MACINTOSH	Projeto completo; Projetos Complementares; Tratamento de imagens; Animação e realidade virtual;
SISTEMAS OPERACIONAIS DE EDIFÍCIOS INTELIGENTES	SENSORES PC	Monitoramento dos sistemas de ar-condicionado, elevadores, etc., por uma central de computador;

Tabela 6- APLICAÇÕES GERAIS

SOFTWARES	ORIGEM	TIPO DE APLICAÇÃO
ARCON	MB Software (Alemanha)	Programa de CAD em fase de desenvolvimento, direcionado para projetos de arquitetura, com recursos de visualização e efeitos sonoros.
AUTOCAD AUTOSHADE C/ RENDERMAN ANIMATOR PRO 3D STUDIO	Instituto Brasileiro de Patrimônio Cultural (IBPC)/ UNISINOS-RS	Reconstituição gráfica computadorizada de conjuntos arquitetônicos.
CAD Multimedia tool	Purdue University (EUA)	Projetistas são capazes de trazer informações do canteiro para os escritórios através de um sistema multimídia integrado com seus projetos no ambiente de CAD
COURSEWARE (modelador 3D, Aldus Supercard e MacroMind Director)	School of Design of North Carolina State University (EUA)	Programa interativo que combina fotografias, desenhos, textos, passeios virtuais, modelos em 3D, vídeos de leituras em uma análise da arquitetura contemporânea. Este programa é utilizado em ministrações de aulas aos alunos de graduação.
SISTEMAS LASER 3D	Building Research Establishment (USA)	Identificação e monitoramento de vibrações nos edifícios
SOFTWARES DE CAD	Cornell University (EUA)	Projeto e simulação de efeitos de iluminação para espetáculos de teatro
Tutoriais	Georgia Institute of Technology (EUA)	Desenvolvimento de materiais educacionais e de treinamento nas áreas de Construção Civil.
VIDEODESK	Artificial Reality Corporation (EUA)	Sistema que possibilite o trabalho virtual entre dois ou mais profissionais, através de teleconferências, recursos da inteligência artificial e simulações de realidade virtual.
VIRTUAL CONSTRUCTION	CIFE - Center for Integrated Facility Engineering (EUA)	Protótipo desenvolvido a partir da combinação de centenas de imagens bidimensionais com os programas de execução em uma animação em tempo real, de um modelo computacional de uma edificação hospitalar complexa. O modelo auxilia todos os profissionais da equipe a visualizar como suas operações devem ser coordenadas a partir da programação utilizada.

Tabela 7- PESQUISAS EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

SOFTWARE	ORIGEM	TIPO DE APLICAÇÃO
ARC + DBASE III KBS	National Building Research Institute  (Israel)	Sistema baseado em conhecimento para o detalhamento de projeto de edificações pré-fabricadas, utilizando a integração entre um CAD e um sistema gerenciador de banco de dados. Este aplicativo integra aspectos arquitetônicos, estruturais e tecnológicos da edificação em uma mesma base de conhecimento..
ELSIE system	University of Salford  (Inglaterra)	Desenvolvimento de um sistema especialista para a indústria da construção civil com o objetivo de discutir as contribuições advindas da colaboração do maior número de profissionais do setor, nestes tipos de aplicativos.
HIPEREXpert	University of Western  (Austrália)	Desenvolvimento de uma base de conhecimento de sistema especialista para o projeto de edificações, com o objetivo de utilizar o conhecimento adquirido através das experiências dos arquitetos, para auxiliar na concepção de novos projetos e assim, encontrar soluções de projeto mais adequadas.
ICADS Intelligent Computer- Aided Design System	California Polytechnic State University  (EUA)	Estes sistemas de Cad se aproximam muito da simulação de como os arquitetos realmente projetam: interpretam a geometria dos desenhos e fornecem "conselhos" sob vários aspectos, incluindo iluminação, estruturas e acústica. Além disso, simulam o processo de execução, auxiliam na escolha dos materiais e estabelecem uma comunicação visual entre projetistas e construtores.
ICAtect Integrating Design Tools for Preliminary Architectural Design.	University of Auckland  (Nova Zelândia)	Desenvolvimento de um ambiente integrado para o uso de diversos programas de simulação (térmica, iluminação, estrutural, arquitetônica, etc.) juntamente com sistemas especialistas no processo de concepção e na promoção de análise e refinamento do projeto no sentido de obtenção de uma edificação de melhor qualidade.
OOCAD KBS	Virginia Tech  (EUA)	Utilização de um Cad orientado a objeto, integrado a um sistema baseado em conhecimento, no sentido de simular o conhecimento referente a "intenção de projeto" do arquiteto, para auxiliar na escolha do material adequado para a execução.

SOFTWARE	ORIGEM	TIPO DE APLICAÇÃO
SATURN	North Carolina State University (EUA)	Um shell, (Sistema Especialista), para apoiar os conceitos de engenharia simultânea com aplicações para projeto.
SISTEMA INTERATIVO DE APOIO À DECISÃO NA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS	VTT Building Technology (Finlândia)	Desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão a partir da elaboração de um modelo que represente a lógica da programação de obra e, mais especificamente, as interdependências das atividades envolvidas. Este sistema deve auxiliar na elaboração antecipada dos programas, promovendo um melhor entendimento do processo de execução ainda na fase de projeto.
STRAND Structural Analysis & Design.	University of Bologna (Itália)	Software de Cad interativo escrito em linguagem C, que permite gerenciar os dados e minimizar os erros no processo de projeto de estruturas metálicas, através de um módulo de um sistema especialista, acoplado ao programa

Fonte: Revista Civil Engineering, V. 108, N. 01, 1995.

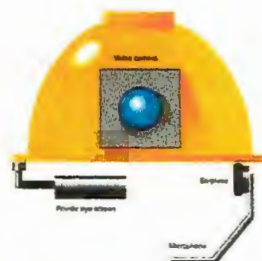


Figura 28 - Capacete multimídia

Figura 29 - Estação de recepção do vídeo móvel

Figura 30 - Técnico no canteiro com equipamento de vídeo móvel

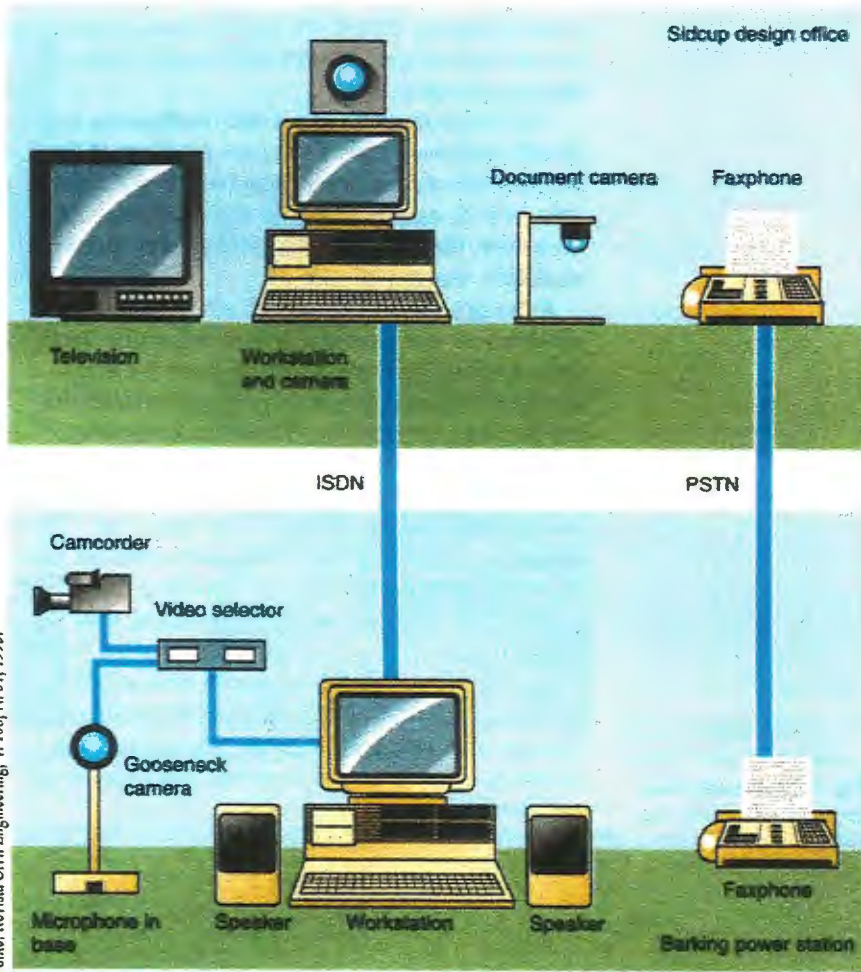


Muito tem sido pesquisado em termos de recursos de integração dos profissionais do escritório com os do canteiro de obras, um bom exemplo, são as pesquisas desenvolvidas na Europa pelo programa RACE (Research and Development in Advanced Communications in Europe). Estações multimídia móveis tem sido utilizadas para levar imagens do canteiro para o escritório, reduzindo a necessidade de visitas ao canteiro por parte dos projetistas e engenheiros.(Fig. 28, 29 e 30).

Tabela 8- INTEGRAÇÃO DAS ATIVIDADES

SOFTWARES	ORIGEM	TIPO DE APLICAÇÃO
<p>ICON Project Integration / Information for Construction</p>	<p>University of Salford (Inglaterra)</p>	<p>Modelo de Banco de dados orientado a objetos para a construção de um aplicativo de Engenharia da Informação que auxilie no gerenciamento das informações de projeto na construção.</p>
<p>BRICC Project Broadband Integrated Communications for Construction</p>	<p>RACE - Research and Development in Advanced Communication s in Europe (Europa)</p>	<p>O objetivo deste programa é estimular o uso efetivo das atuais tecnologias de comunicação e informação no setor de edificações da Europa. O projeto visa incorporar o uso das comunicações via rede com as atividades de projeto (padronização dos softwares de CAD de forma a facilitar o fluxo de informações entre todos os escritórios e construtoras), de gerenciamento de dados (bancos de dados em rede para apoiar o trabalho colaborativo entre as empresas e teleconferências para a promoção de reuniões de trabalho entre os diversos especialistas do setor.</p>
<p>GIHMS -Generic Industrialized Housing Manufacturing Simulator</p>	<p>University of Central Florida (EUA)</p>	<p>Programa capaz de simular a performance de fábrica na produção de componentes pré-fabricados de unidades habitacionais e nas operações de gerenciamento, utilizando um CAD orientado a objeto.</p>
<p>THE CIRCLE: Architecture for Integrating Software</p>	<p>University of Stanford (EUA)</p>	<p>Proposta de uma arquitetura de software que promova uma maior integração entre os diferentes profissionais envolvidos com a produção de uma edificação. Esta arquitetura parte de estudos a cerca do fluxo de informações entre esta equipe.</p>
<p>ICM - Interdisciplinary Communication Medium</p>	<p>CIFE - Center for Integrated Facility Engineering (EUA)</p>	<p>Este programa permite que vários profissionais trabalhem em um mesmo modelo em 3D de acordo com a sua especialidade. Além disso, por ser o resultado da união entre um CAD e um KBS, ele é capaz de detectar discrepâncias entre os projetos.</p>

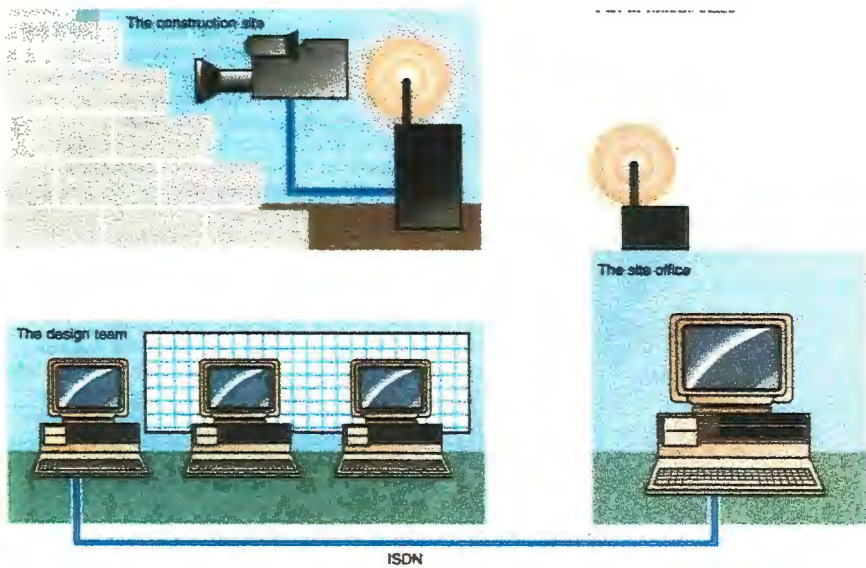




Ponte: Revista Civil Engineering, V. 108, N. 01, 1995.

Figura 31 - Layout da conexão dos equipamentos proposto pelo projeto BRICC. (Europa)

Figura 32 - Equipamentos de comunicação entre os profissionais do canteiro e do escritório. Projeto BRICC, (Europa)



Ponte: Revista Civil Engineering, V. 108, N. 01, 1995.

## **4.6. Possibilidades, Viabilidades, Compatibilidades, Potencialidades e Flexibilidades.**

O levantamento apresentado no item anterior representa uma pequena amostra, da enorme quantidade de ferramentas informatizadas que tem sido utilizadas no setor de edificações. Além destas informações obtidas a partir de periódicos e artigos científicos da área, algumas experimentações foram realizadas no decorrer da pesquisa visando uma observação mais próxima dos aspectos discutidos.

Estes trabalhos tentaram abranger algumas das áreas que foram definidas no capítulo II, procurando sempre enfatizar a problemática da integração entre as atividades e a flexibilidade de projeto e de produção, como objetivo a ser alcançado através da potencialidade das ferramentas experimentadas. Os mesmos devem ser consultados em anexo sendo, portanto, apresentados de forma resumida a seguir.

### **4.6.1. Possibilidades Levantadas**

#### **PROTÓTIPO DE UMA BASE DE CONHECIMENTO**

Este trabalho se caracterizou pelo desenvolvimento de um protótipo de uma base de conhecimento de sistemas especialistas, capaz de identificar dentre dois sistemas construtivos, aquele, cujas características, identificassem o mais próximo possível uma edificação flexível. As dificuldades encontradas no decorrer desta experiência levantaram questionamentos quanto a importância de uma melhor *organização da informação* a ser armazenada e utilizada por engenheiros e arquitetos, nos mais diversos programas aplicativos da área. (Ver Anexo "B")

## **ANÁLISE DO PROTÓTIPO DE SE**

Após a conclusão do protótipo, algumas análises críticas foram tecidas e formalizadas em forma de artigo, com o objetivo de questionar as viabilidades de uso destes instrumentos da inteligência artificial nas áreas de arquitetura e engenharia e as dificuldades encontradas com relação à manipulação do conhecimento nestas áreas. (Ver Anexo "C")

## **MODELAGEM DE UM BANCO DE INFORMAÇÕES**

O objetivo principal desta experiência foi o de discutir as potencialidades e viabilidades de utilização dos princípios de organização e armazenamento de dados, através da construção de um Banco de Informações. São explicitados neste trabalho os conceitos utilizados e os passos estabelecidos para a modelagem de um banco de informações com dados de projeto e produção de unidades habitacionais da Vila Tecnológica de Ribeirão Preto-SP (coletados para fins de avaliação de desempenho das mesmas) e é apresentado o esquema conceitual obtido como resultado de discussões e pesquisas. (Ver Anexo "D").

## **ESTUDOS DE CASO: ESCRITÓRIOS E CONSTRUTORAS**

Este trabalho subdivide-se em duas partes, conforme pode ser verificado em anexo. A primeira diz respeito a algumas entrevistas realizadas junto a escritórios e construtoras na cidade de João Pessoa - Pb, através das quais foram obtidas informações acerca do processo de informatização das mesmas. O questionário aplicado também pode ser encontrado em anexo.

Os dados apresentados na segunda parte, foram coletados por cerca de quinze alunos de pós-graduação que efetuaram entrevistas similares às citadas anteriormente. Portanto, o mérito deste trabalho está no fato de que todos os dados foram devidamente tabulados e, apesar, das discrepâncias encontradas devido a aplicação de tipos diferentes de

questionários, as tabelas resultantes podem fornecer um panorama geral do grau de informatização de diversos escritórios em várias partes do país (Regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste). (Ver anexo "E")

#### 4.6.2. Considerações Finais

O panorama geral apresentado, acrescido das possibilidades levantadas pelas experimentações, têm como objetivo apontar as perspectivas de uso deste ferramental. Diante de tão grande leque de opções, cabe aos profissionais, arquitetos e engenheiros, a definição de algumas diretrizes para a análise destes dados, baseada nas possibilidades de uso oferecidas por estes programas, na viabilidade de utilização de acordo com a finalidade específica, na compatibilidade com outros softwares, no potencial oferecido pelo mesmo e na flexibilidade de projeto e/ou de produção que este proporciona. De forma resumida, a escolha de um instrumento como um programa ou equipamento poderiam sempre perpassar por alguns questionamentos anteriores como por exemplo:

- PORQUÊ? (Quais as vantagens e/ou desvantagens do uso de um recurso informatizado?)

- QUANDO? (Em que fase da produção arquitetônica determinada ferramenta informatizada deve ser utilizada?)

- QUAL? (Quais as ferramentas mais viáveis/indicadas para o objetivo específico?).

- COMO? (De que forma as ferramentas escolhidas podem e/ou devem ser utilizadas?).

Os profissionais que conseguirem manter em mente tais diretrizes certamente terão adquirido o produto adequado aos seus objetivos e possuem grandes chances de obter uma alta produtividade com as novas práticas de trabalho.

Pode-se perceber a preocupação dos escritórios em utilizar softwares que “conversem” entre si e que, portanto, agilizem o fluxo de informações durante todo o processo. Pesquisas são realizadas nos mais diversos países, com o objetivo de promover um maior intercâmbio, uma maior compatibilidade entre os arquivos produzidos pelos mais variados programas nas áreas de arquitetura, engenharia e construção.

As perspectivas de integração das atividades de projeto e produção de edificações através destes instrumentos, bem como a flexibilidade promovida pelos mesmos, observada não apenas no produto final obtido, como também nas diversas etapas da produção arquitetônica como um todo, devem estimular o uso destes recursos de maneira *consciente e ampla*.

*Consciente*, para que se torne possível responder aos questionamentos citados anteriormente, como reflexo de um claro entendimento dos objetivos a serem alcançados e, das conseqüências e possíveis transformações advindas da introdução destas novas tecnologias. *Ampla*, porque certamente a maneira mais correta de exploração destas possibilidades é fazer uso do que há de melhor em cada ferramenta. Ou seja, compatibilizar diversas ferramentas de forma a obter de cada uma delas o grau de instrumentalização desejado, adotando uma postura aberta, característica das relações profissionais flexíveis e integradas do mundo contemporâneo.

---

## CONCLUSÕES



Este trabalho por possuir um caráter puramente especulativo, não tem a pretensão de inferir conclusões que, por assim dizer, “fechem” a questão do uso da informática na integração projeto-produção. Pelo contrário, após a exposição de todos os problemas, conceitos, questionamentos e possibilidades, fica claro, o grande leque de opções que se abre nos nossos dias. O profissional da era da informação, incondicionalmente é estimulado à interdisciplinaridade e os que se recusarem a acompanhar esta tendência certamente perderão seu lugar no mercado de trabalho.

O problema está levantado: há um distanciamento enorme entre as atividades de concepção e execução de uma edificação, o qual, se reflete muitas vezes nas incompatibilidades observadas durante o andamento da obra e, por fim, nos “pequenos grandes” problemas que o usuário final tem que enfrentar durante o uso e manutenção do espaço construído.

Este espaço, conforme foi observado, tem sofrido alterações decorrentes desta contemporaneidade. Estas tendências apontam para uma maior compatibilidade entre os subsistemas. A facilidade de execução e de manutenção promovida por componentes que “conversem” entre si estimulam o surgimento de um novo conceito: o dos processos construtivos flexíveis. Estes processos construtivos flexíveis, pressupõem uma maior intercambiabilidade de informações entre projeto e execução, haja vista a estreita relação que deve existir entre o que é proposto nos

sistemas construtivos e o que pode ser executado através dos processos de trabalho.

O instrumento está a disposição: não há como pensar a promoção desta integração nos nossos dias, de forma dissociada dos recursos da informática. A informação digital que transita em fios de cobre ou em fibras óticas e que rapidamente chega ao alcance de qualquer um a nível mundial, é a mesma que pode sair de um escritório de arquitetura, passar por um escritório de cálculo de estruturas, ser incrementada por um escritório de projetos de instalações, analisada por um coordenador de projeto, transmitida para um orçamentista e utilizada pelo construtor que sempre que necessário pode devolvê-la para receber modificações, ou simplesmente para que se efetue o acompanhamento da obra. Tudo isso de forma simultânea, em tempo real.

O panorama geral apresentado mostra que essas e muitas outras possibilidades já tem sido exploradas e, portanto, não fazem parte apenas de perspectivas de profissionais visionários. Por que resistir então? Insistir em práticas antigas e negar-se a incorporar novas práticas a partir da utilização destas novas tecnologias, não parece uma atitude condizente com as exigências de mercado desta sociedade da informação.

A relevância deste trabalho está no fato de que, o levantamento de todas as informações nele contidas, pode dar subsídios para uma melhor utilização do ferramental que a Informática tem oferecido e/ou pode oferecer para a minimização de problemas que envolvem a integração projeto-produção de edificações e, em particular, dos processos construtivos para edificações que, por motivos históricos, culturais e/ou sócio-econômicos devem acompanhar a tendência da flexibilidade.

A principal conclusão que pode ser inferida no contexto desta dissertação, não é uma solução específica através de uma ou mais ferramentas apontadas, até porque, como foi apresentado, a utilização destes instrumentos por profissionais distintos, dissociada de uma prática de trabalho colaborativo, não implica a integração de suas atividades.

Espera-se portanto, que a partir das discussões levantadas e aqui documentadas, surjam propostas de uma melhor utilização dos softwares e dos hardwares disponíveis, com a finalidade de promover a integração entre escritório e canteiro, arquiteto e engenheiro... projeto e produção.

As informações coletadas em bibliografia e observadas em laboratório, as possibilidades apontadas, as diretrizes enunciadas, o esforço conjunto de profissionais das mais diversas especialidades internas ao setor, e a evidenciação da teoria científica nas práticas de trabalho, devem abrir perspectivas de maiores pesquisas nesta área de conhecimento humano.

Porém, vale a pena ressaltar ainda um aspecto: a informática nos oferece *instrumentos*, os quais, devem sempre ser vistos como um meio e não um fim si mesmos. Como um meio, devem nos levar a alcançar sempre objetivos. Estes objetivos podem ser, tomando por exemplo este trabalho, a aproximação entre o projeto e a execução de edificações, que num sentido mais amplo, podem nos conduzir a produtos de maior qualidade e flexibilidade, sem os eventuais desperdícios verificados nos canteiros. Todo esse processo pode ser desencadeado a partir de uma maior flexibilidade e produtividade promovidas por estas “novas” atividades de trabalho informatizadas.



---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- A CORPORAÇÃO SEM PAREDES. In: *Informática Exame Especial*. São Paulo, setembro de 1995, pp. 8 e 9.
- A SUA PRÓXIMA ESTAÇÃO. In: *Informática Exame Especial*, São Paulo, Maio de 1994.
- A TEIA DIGITAL DA CORPORAÇÃO. In: *Informática Exame Especial*. São Paulo, setembro de 1995.
- ABDALLA, José Gustavo F. Quadro de classificação da produção de sistemas construtivos em três momentos da industrialização das construções. In: *Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC95*. Rio de Janeiro, 1995.
- BELHOT, Renato V. *Conceitos e Desenvolvimento de Sistemas Especialistas*. Publicação 063/93, EESC/USP, São Carlos-SP, 1993.
- BOBROFF, Jacotte. A construção na França: novos modelos de organização e redefinição das competências dos trabalhadores. In: *Anais do 1º Encontro Internacional de Engenharia Civil do SINDUSCON - SP*. São Paulo, outubro de 1989.
- BRETON, Philippe. *História da Informática*. Ed. Unesp, São Paulo, 1991.
- BREUER, James; FISCHER, Martin. Managerial Aspects of Information-Technology for A/E/C Firms. In: *Journal of Management in Engineering*. Vol. 10, Nº 4, Julho/Agosto 1994, p.52-59.
- CALAVERA, José. Fora de Controle. In: *Téchne - Revista de Tecnologia da Construção*. Ano 1, Nº 6, Ed. PINI, São Paulo, setembro/outubro, 1993, p. 28.
- CAVAGLIÁ, Gianfranco. Os Ritmos da Tecnologia. In: *Téchne, Revista de Tecnologia da Construção*, p.12. Ed. Pini, São Paulo, Março/Abril de 1994.
- CHAPUIS, Florência & NAVEIRO, Ricardo M. Padrões de Implantação do CAD no setor de Projetos de Arquitetura. Texto referente ao resumo publicado nos *Anais do ENTAC-95*, Rio de Janeiro, Novembro de 1995.

- CHASLIN, François. O engenheiro e seus esqueletos. In: Revista PROJETO, p. 36. ARCO editorial Ltda. São Paulo, Julho de 1995.
- COVAS, Nelson. "A microengenharia". Entrevista concedida a CORBIOLI, Nanci. In: Revista Construção. Nº 2477, Ed. PINI, São Paulo, Julho de 1995.
- CRUZ, Ana C. Novos Prédios Trazem Avanços Tecnológicos. In: O Estado de São Paulo, p. I-2. 13 de janeiro de 1996.
- DE LA GARZA, Jesus M. et al. Value of Concurrent Engineering for A/E/C Industry. In: Journal of Management n Engineering. Vol. 10, Nº 3, Maio/Junho de 1994, p. 47.
- EISENMAN, Peter. Visões que se Desdobram: a Arquitetura na Época da Mídia Eletrônica. In: Revista Domus nº 734, Janeiro, 1992.
- ELMASRI, R. & NAVATHE, S.B. Fundamentals of Database Systems. The Benjamin/Cummings, 1994, p. 473.
- FARIA, Márcio S. Implantação de Tecnologia em Empresa do Setor Habitacional. In: Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 93. São Paulo, 1993, vol. 1, p.317.
- FERREIRA, Denis M. Multimídia (Definições, Hardware e Aplicações) para Concepção de uma Estação Padrão para Fins Institucionais dentro da Holding. Monografia (Estágio Supervisionado) do ICMSC-USP, São Carlos, 1993.
- FIGUEIRAS, Lúcia V. L. et al. Fundamentos de Computação Gráfica. São Paulo, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1987.
- FISCHER, Martin & KUNZ, Jonh. The Circle: Architecture for Integrating Software. In: Journal of Computing in Civil Engineering. Vol. 9, Nº 2, Abril, 1995.
- GATES, Bill. "A Multimídia veio para ficar". In: Informática Exame Especial, São Paulo, Maio de 1994, p. 85.
- GIOZZA, William F. et al. Redes Locais de Computadores: Tecnologias e Aplicações. São Paulo, McGraw-Hill, 1986, p. 02.
- GOLDMAN, Glenn et al. Computer Graphics and Architectural Design. In: Computer Graphics.Ed. ACM. Vol. 25, Nº 03, Julho de 1991, pp.174-177.
- GOMES, Nelson dos S. Informática e Produtividade. In: Revista Construção. Nº 2472, São Paulo, Junho de 1995, p. 24.
- GRANGER, Gilles Gaston. A Ciência e as Ciências. Tradução de Roberto Leal Ferreira. Editora Unesp, São Paulo, 1994.

- GUZMÁN, Ricardo R. A Evolução Prática e Necessária. In: Revista Construção. Nº 2487, São Paulo, Outubro, 1995, p. 16.
- GUZMÁN, Ricardo R. Num Mundo em Cores. In: Revista Construção. Nº 2465, Ed. PINI, São Paulo, Maio de 1995, pp. 12-13.
- HAMDI, Nabeel. Housing without Houses: participacion, flexibility, enablement. Van Nostrand Reinhold, New York, 1991, p. 51.
- HEBERT, Charles. A Revolução da Informática. Série "Ciência e Informação", Editora Paz e Terra, Vol. 03, 1970, p. 45.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A. Diagnóstico Nacional da Indústria da Construção Civil: Estágio de Desenvolvimento Tecnológico. Relatório nº 18.744 para a Fundação João Pinheiro. IPT, São Paulo, 1983.
- LARANJEIRAS, Antônio C. R. Novos Caminhos da Engenharia Estrutural. Conferência proferida no II mb Software Forum Alemanha/Brasil. Salvador, Abril de 1996.
- LECUYER, Annette. Designs on the Computer (radically different approaches employed by two firms). In: The Architectural Review. Vol. 197, Janeiro de 1995, pp. 76-79.
- LÉVY, Pierre. As Tecnologias da Inteligência: O futuro do pensamento na era da Informática. Editora 34. Rio de Janeiro, 1993, p. 145.
- LIMA, Helder. Não Fique com o Micro na Mão. In: Revista Construção. Nº 2450, Ed. PINI, São Paulo, Janeiro de 1995, p. 05.
- MACHADO, Arlindo. Máquina e Imaginário: O Desafio das Poéticas Tecnológicas. São Paulo: Edusp, 1993, p. 11.
- MARQUES, G. A. C. O Projeto na Engenharia Civil. São Paulo, 1979. Dissertação de Mestrado - EPUSP, apud MELHADO, Sílvio B. Op. cit. p.16.
- MARTUCCI, Ricardo. Projeto Tecnológico para Edificações Habitacionais: utopia ou desafio? Tese de Doutorado. FAU-USP, São Paulo, 1990.
- MELHADO, Sérgio B. Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao Caso das Empresas de Incorporação e Construção. Tese de Doutorado - EPUSP. São Paulo, 1994.
- MELHADO, Sílvio B. & AGOPYAN, Vahan. O Conceito de Projeto na Construção de Edifícios: Diretrizes para sua Elaboração e Controle. Boletim Técnico da EPUSP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1995, p. 14.

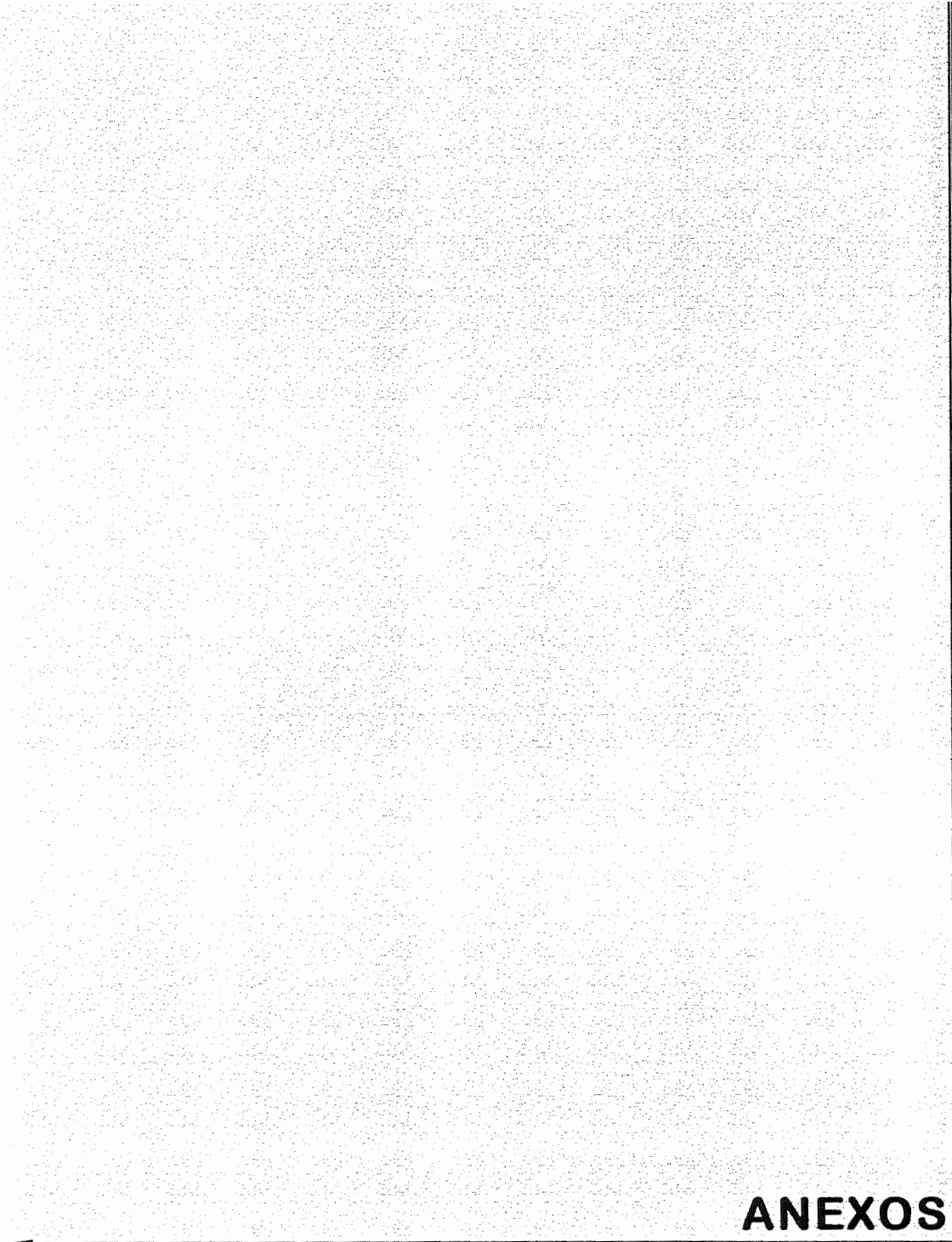
- MELHADO, Sílvio B. *Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção*. Tese de Doutorado - EPUSP, Departamento de Engenharia de Construção Civil São Paulo, 1994.
- MONARD, Maria.C. & RODRIGUES, Solange. R. *Sistemas Baseados em Conhecimento Conceitos Fundamentais e Aplicações*. Notas do ICMSC/USP, trabalho realizado com auxílio da FAPESP e CNPq. São Carlos, SP, 1993.
- MORIN, Edgar et al. In: PESSIS-PASTERNAK, Guita. *Do Caos à Inteligência Artificial: quando os cientistas se interrogam*. Tradução de Luiz Paulo Rouanet, Editora Unesp, São Paulo, 1993.
- NEGROPONTE, Nicholas. *A Vida Digital*. Cia das Letras, São Paulo, 1995.
- NOVITISKI, B. J. *A/E/C Show Forecasts New Computer Networks*. In: *Architecture*, vol.83, agosto de 1994, p. 117.
- NOVITISKI, B. J. *A/E/C Systems show reveals software mergers robotics and long-distance linkups*. In: *Architecture*, vol. 82, Agosto de 1993, p. 91.
- NOVITSKI, B. J. *Start Small With CAD*. In: *Architecture*, vol. 83, Dezembro de 1994, pp. 117-119.
- NOVTSKI, B. J. *Linking up the Building Team (New Software Connects Design to Engineering and Construction)*. In: *Architecture*, vol. 83, Setembro, 1994, p. 129.
- PERSIANO, R.C.M.; OLIVEIRA, A.A.F. *Introdução à Computação Gráfica*. São Paulo, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1989.
- PESSIS-PASTERNAK, Guita. *Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas Se Interrogam*. Tradução de Luiz Paulo Rouanet, Editora Unesp, São Paulo, 1993.
- PICCHI, Flávio A. *Sistema de Qualidade: Uso em Empresas de Construção*. Tese de Doutorado - EPUSP. São Paulo, 1993.
- PICCHI, Flávio A.; AGOPYAN, V. *Sistemas de Qualidade na Construção de Edifícios*. Boletim Técnico da EPUSP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/104, São Paulo, 1993.
- RABENECK, Andrew et al. *Housing Flexibility/Adaptability?* In: *Architectural Design*, Vol XLIX, N. 02, New York, 1974.
- RABENECK, et al. *Housing Flexibility?* In: *Architectural Design*, vol XLIII. New York, Novembro, 1973.
- RAMALHO, José A. *Para Apoiar a Decisão*. In: *Informática Exame Especial*, São Paulo, setembro de 1995, p. 45.

- RIFKIN, Jeremy. "Era da Informação enterra sonho de paraíso". In: O Estado de São Paulo, p. D5. São Paulo, 14 de Janeiro de 1996.
- ROSSO, Teodoro. Racionalização da Construção. FAUUSP, São Paulo, 1980, p. 36.
- SCHARAGE, Michael. As Regras da Colaboração. In: Informática Exame Especial (artigo extraído da Revista FORBES), São Paulo, Setembro, 1995, pp. 70-72.
- SCHMITT, Carin. (Sem Título). In: Técnica, Revista de Tecnologia da Construção, p. 30. Ed. Pini, São Paulo, Março/Abril de 1994.
- SERRA, Geraldo G. Multimídia aplicada à Avaliação do Desempenho dos Edifícios. In: Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC-93. São Paulo, 1993.
- SHAY, Don. Prêmios e Castigos do Trabalho em Grupo. In: Informática Exame Especial. São Paulo, Setembro, 1995.
- SOUZA, Ana Lúcia R. de et al. Projeto e Inovação Tecnológica na Construção de Edifícios: Implantação no Processo Tradicional e em Processos Inovadores. Boletim Técnico da EPUSP. Departamento de Engenharia da Construção Civil (BT/PCC/145), São Paulo, 1995, p. 4.
- TIBAU, Roberto J. G. Arquitetura e Flexibilidade: Sobre os valores formais de uma organização espacial passível de imprevisíveis modificações de programa. Tese de Doutorado, FAUUSP. São Paulo, 1972, pp. 6, 7, 14 e 26.
- TRAINA, Agma J. M.; OLIVEIRA Maria C.F. Introdução à Computação Gráfica (Não Publicado). Apostila N° 1. ICMS/USP, São Carlos, 1994.
- TRASSATI, Sidney R. Entrevista concedida a SOUZA, Maria T. de. Caem as divisórias no ambiente de trabalho. In: O Estado de São Paulo, p. J-1, caderno de empregos, 14 de Janeiro de 1996.
- TRAVAIN Maria A. L. Estrutura Leve: Projeto de Sistema de Abrigo Transformável. Dissertação de Mestrado, FAUUSP, São Paulo, 1987, p. 58.
- TREMBLAY, Jean Paul & BUNT, Richard B. Ciência dos Computadores: uma abordagem algorítmica. Ed. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1983.
- VANNUCCHI, Gianfranco & KÖNIGSBERGER, Jorge A. A Sabedoria da Prática. In: Revista CONSTRUÇÃO. Ed. Pini, vol. 44, N° 2259, Maio, 1991, p. 14.
- VANUCCI, Gianfranco. Que Projeto? In: Revista CONSTRUÇÃO, p. 15. Editora PINI, São Paulo, Maio 22/1995.

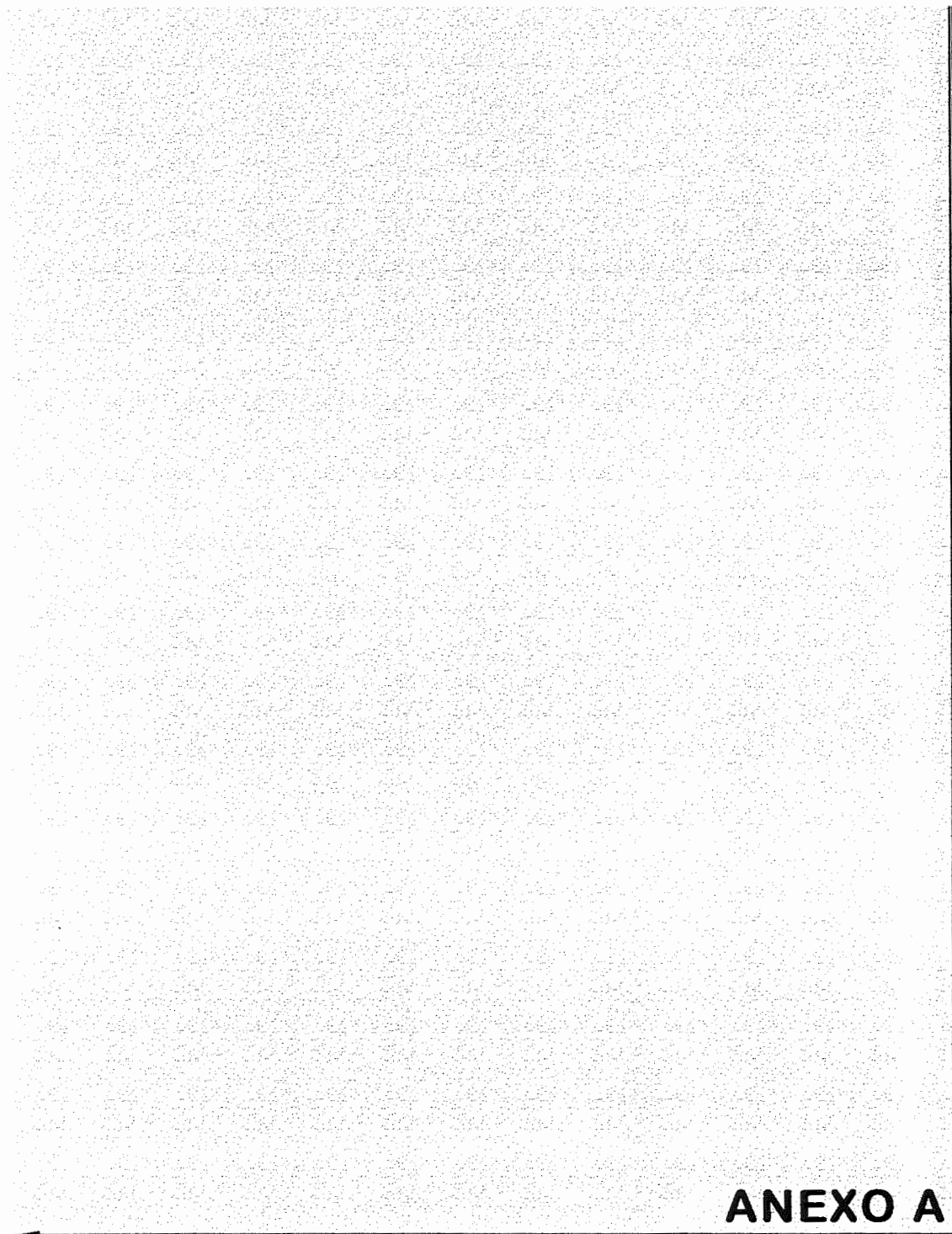
XAVIER, Ricardo A. P. e FRANCIATTO, Claudir. Mão de obra sem preparo está com os dias contados. In: O Estado de São Paulo, p. D3. São Paulo, 14 de janeiro de 1996.

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

ZILVETI, Marijô. “Explode o uso da Internet no Brasil”. In: Folha de São Paulo, 5º caderno, p. 5-1, São Paulo, 22 de maio de 1996.



**ANEXOS**



**ANEXO A**

**Seminário:  
Racionalização do Produto quanto a sua  
Produção**



## **ANEXO A**

### **Seminário: Racionalização do Produto quanto a sua Produção**

Os conceitos apresentados a seguir são mencionados no item 2.5.1.1. desta dissertação. Este seminário refere-se a um trabalho de pesquisa realizado por alunos de graduação em Arquitetura, bolsistas de iniciação científica, pesquisadores integrantes do grupo de pesquisa ARCHTEC.

A diagramação e formatação do mesmo foram alteradas para efeito de inserção nestes anexos, entretanto seu conteúdo está integralmente equivalente ao seu original, elaborado por seus referidos autores.

Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Grupo de Pesquisa:  
**ARCHTEC - Arquitetura, Tecnologia e  
Habitação**

Seminário:

## RACIONALIZAÇÃO DO PRODUTO QUANTO A SUA PRODUÇÃO

Cristiane Jôas  
Elaine Bottion  
Fabiano Volpini  
Renata Ralid

(Bolsistas de Iniciação Científica)

São Carlos, Abril de 1996.

SEMINÁRIO

Anexo A - Seminário: Racionalização do Produto quanto a sua Produção

## RACIONALIZAÇÃO DO PRODUTO QUANTO À SUA PRODUÇÃO

O trabalho que vem sendo desenvolvido pelo grupo ARCHTEC encontra-se atualmente em fase de sistematização de informações. Essas informações foram resultantes do acompanhamento periódico da PRODUÇÃO de canteiro do Projeto Vila Tecnológica (COHAB - RP) bem como do produto finalizado e pronto para a entrega à população, e tem como objetivo a investigação da edificação (PRODUTO) a fim de se verificar a adequação da tecnologia empregada ao meio social, econômico, político e cultural brasileiro. Para tal, o grupo deverá ter claros alguns conceitos que servirão como parâmetros para a realização da avaliação.

Tendo como característica fundamental da industrialização a separação entre a PRODUÇÃO e a MONTAGEM e tendo como determinação básica de SISTEMA a composição (montagem) de vários componentes (elementos), a mercadoria - habitação - deverá contar com certos itens para a constatação das qualidades (ou não) de cada sistema construtivo. São eles:

### Coordenação Modular:

A coordenação modular tem como principal objetivo a racionalização da construção, do projeto à execução. Tem como princípios básicos:

#### • Sistema de referência:

Sistema de planos ortogonais espacial (reticulado) que possibilitam o posicionamento espacial dos componentes do sistema (3 dimensões).

#### • Módulo:

Distância entre os planos ortogonais onde as variações deverão acontecer por relações com números inteiros. Unidade base de medida para uma coordenação dimensional dos componentes ou partes da construção.

#### • Ajuste modular:

O ajuste modular busca solucionar os problemas de execução, de compatibilização entre os componentes de um sistema, bem como entre os subsistemas. Estabelece a conjugação dos componentes com o sistema de referência.

### Vantagens da coordenação modular:

1. Simplifica a elaboração do projeto.
2. Facilita a normalização dos componentes.
3. Simplifica as operações de execução.
4. Facilita o entendimento entre autores do projeto, fabricantes de componentes e executores.
5. Facilita o intercâmbio dos componentes.

### Padronização:

A padronização refere-se à uniformização dos componentes de um sistema em tipos e modelos padrões. Sua intenção é a estabilização do produto à um nível oportuno de qualidade. Propõe também uma redução da diversidade de elementos

### Precisão:

A precisão está relacionada com os materiais e componentes do produto, bem como ao cuidado de execução durante a produção. Visa reduzir os desperdícios e ajustes comuns à falta de coordenação modular e de padronização.

### Normalização:

É a adequação de toda mercadoria às normas que regem o mercado nacional. São regras e especificações de qualidade do produto. Visa obter uma compatibilização entre produtos de uma mesma categoria. Geralmente, em se tratando de edificações, as normas se referem aos produtos intermediários e não ao produto final (edifício).

### Permutabilidade:

É a facilidade de se permutar peças ou componentes do produto global, conseguida através de uma compatibilização dimensional geométrica e exequível.

### Divisibilidade:

É a divisão da produção industrial em lotes menores visando uma maior facilidade na produção e um maior giro de mercadorias, bem como mais praticidade de inserção do produto no mercado.

### Repetitividade:

Uma das características principais da serialização da produção industrializada. Pode ser notada também no grau de adaptabilidade de um mesmo componente em diferentes funções.

### Mecanização:

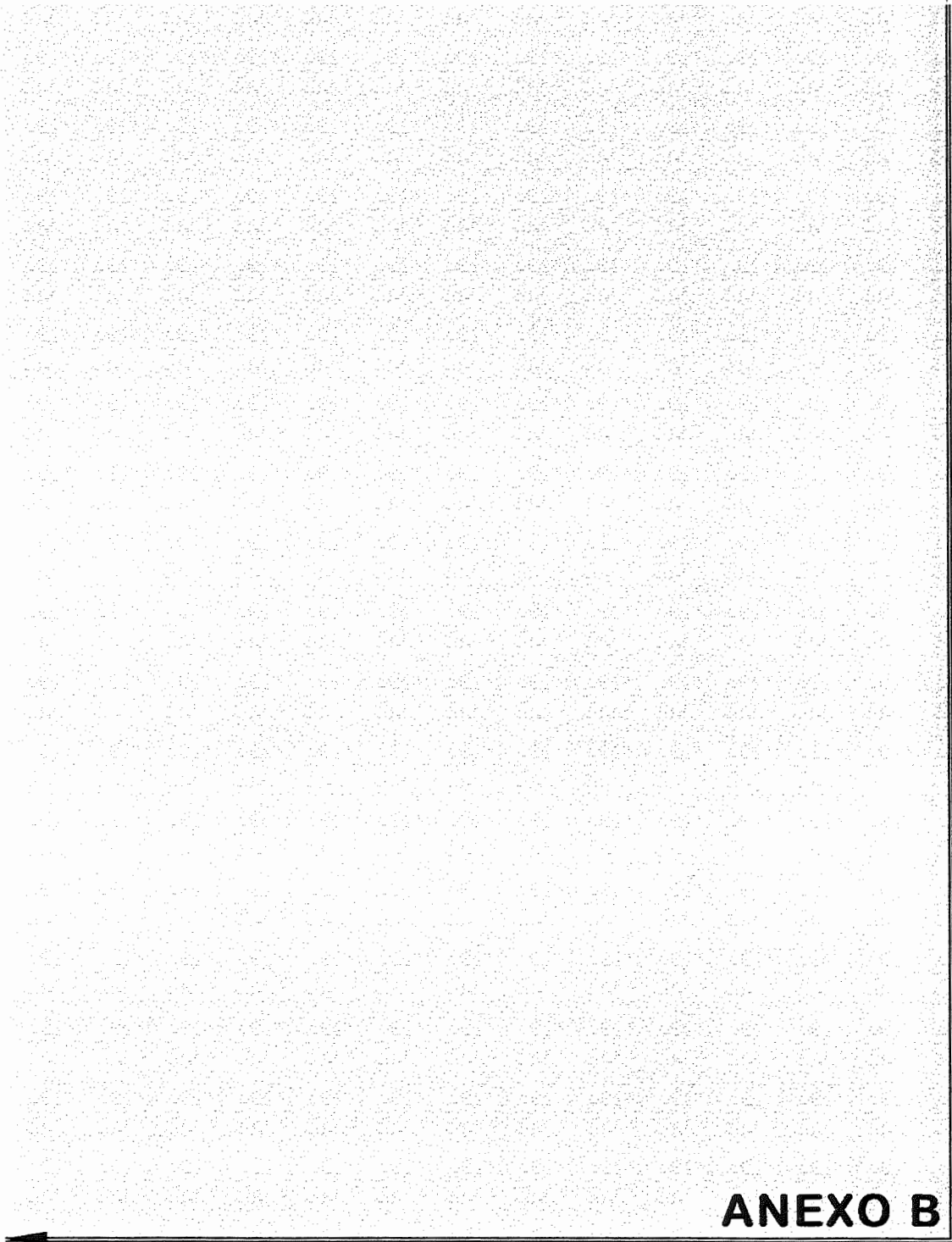
É a substituição da mão de obra pela precisão e continuidade da máquina. Deve ser analisada em dois momentos: na produção dos componentes dos sistemas e na execução da obra.

### Transportabilidade:

É a facilidade de colocação do produto no mercado. Devem ser considerados características do produto como peso, tamanho, forma, resistência, assim como a facilidade de manuseio do produto na obra.

## Bibliografia

- BNH/IDEG, Coordenação Modular da Construção
- CAMARGO, Azael R. Industrialização das Construções no Brasil. 1º Relatório à FAPESP relativo a atividades na E.E.S.C. USP (trabalho não publicado), São Carlos, 1971.
- LAMPARELLI, Celso. "A Habitação e a Industrialização das Construções", in ESPAÇO E DEBATES 7. NERU (Núcleo de Estudos Regionais e Urbanos), Cortez Editora, São Paulo, out/dez, 1982.
- ONU. La Coordination Modulaire dans la Constucion- Asie Europe et les Amériques. Publication des Nations Unies Département des Affaires Économiques et Sociales. New York, 1968.
- PICARELLI, Marlene. Desenho Industrial na Edificação: Ensino e Pesquisa. FAU-USP/FAPESP, São Paulo, 1983.
- ROSSO, Teodoro. Racionalização da Construção. FAU-USP, São Paulo, 1980.
- USP-E.E.S.C. Proposta de um Processo Geral de Análise de Sistemas Industrializados de Construção. (Trabalho não publicado da disciplina de pós graduação Industrialização das construções II). Departamento de Arquitetura e Planejamento E.E.S.C.-USP, São Carlos, 1972



**ANEXO B**

**Protótipo de uma Base de Conhecimento**

## **ANEXO B**

### **Protótipo de uma Base de Conhecimento**

A diagramação e formatação do relatório apresentado a seguir sofreu algumas alterações, para efeito de inserção nestes anexos, entretanto seu conteúdo está integralmente equivalente ao seu original, entregue como parte dos requisitos de avaliação da disciplina “Sistemas Especialistas na Gestão da Produção Industrial” do programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos.

# *Sistemas Especialistas*

## *Relatório de Trabalho*

---

**Universidade Federal de São Carlos**

**Departamento de Engenharia de Produção**

**Programa de Pós-Graduação**

**Disciplina: Sistemas Especialistas**

**Professor: Néocles Pereira**

**Aluna Especial: Iana Alexandra Rodrigues Alves**

## BANCO DE INFORMAÇÕES DE UMA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO: MODELAGEM E ESQUEMA CONCEITUAL

ALVES, Iana A. R.<sup>1</sup>; MARTUCCI, Ricardo<sup>2</sup>

(1) Eng. Civil, Mestranda em Arquitetura e Pesquisadora do **ARCHTEC**. E-mail:  
ianalves@vmcisc.cisc.sc.usp.br

(2) Prof. Dr. em Arquitetura e Coordenador do **ARCHTEC**. E-mail: martucci@vmcisc.cisc.sc.usp.br  
USP/EESC - Depto. de Arquitetura e Urbanismo. **ARCHTEC - Arquitetura, Tecnologia e Habitação**  
Rua Dr. Carlos Botelho 1465. Tel: (016) 272-6222 Ram. 3203. São Carlos - SP

### RESUMO

São apresentados neste trabalho os conceitos utilizados e os passos estabelecidos, (a saber: a *seleção do conhecimento relevante* e a elaboração do *esquema conceitual*), para a modelagem de um banco de informações com dados de projeto e produção de unidades habitacionais da Vila Tecnológica de Ribeirão Preto-SP, (coletados para fins de avaliação de desempenho das mesmas). Foram analisadas e modeladas conceitualmente, as características de projeto e produção apresentadas pelas 11 (onze) empresas envolvidas, além das informações coletadas em canteiro (subsistemas, componentes, materiais, matéria-prima, atividades técnico-produtivas das diversas etapas de trabalho, etc.). O esquema conceitual obtido, prevê a ampliação deste banco para o armazenamento de informações referentes aos materiais e componentes de diversos sistemas construtivos e seus respectivos subsistemas.

### 1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas na adaptação de ferramentas informatizadas com as diversas aplicações na Arquitetura e Engenharia, é a dificuldade de organizar e armazenar os dados (numéricos, conceituais, gráficos, etc.) envolvidos, pois estes em sua maioria, implicam em um volume de informações muito grande. As teorias de *modelagem e projeto de banco de dados* são de grande valia, tanto para manter a consistência de um banco de informações gráficas, (geradas por um software de Cad., por exemplo), como de uma base de conhecimento de um sistema especialista, ou uma base de dados de quantitativos para cálculo de orçamentos, ou seja, os princípios de organização da informação se aplicam a qualquer dos casos.

Algumas das aplicações nesta área podem ser observadas nos softwares de planejamento de obra, ou em interfaces de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBDs) com programas de CAD (Desenho Assistido por Computador), a fim de extrair diretamente das informações gráficas os dados referentes aos materiais, quantidades, etc.

Reconhecendo a relevância de um estudo mais direcionado para o tratamento e armazenamento da informação, o grupo de pesquisa **ARCHTEC** está montando um banco de informações informatizado, com dados de projeto e produção de unidades habitacionais da Vila Tecnológica de Ribeirão Preto-SP, o qual, deve ser ampliado posteriormente para armazenar informações referentes aos materiais e componentes de diversos sistemas construtivos e seus respectivos subsistemas.

A concepção deste banco caracteriza uma das atividades de gerência da informação inseridas na metodologia de Análise e Avaliação de Desempenho da Vila Tecnológica - RP, que está sendo realizada, enquanto projeto de pesquisa pelo referido grupo, com o apoio da COHAB-RP, FINEP e CNPq. O trabalho que se encontra em fase de desenvolvimento tem considerado os princípios básicos de





projeto de banco de dados, bem como as suas possibilidades de utilização na arquitetura e engenharia, através de aplicações práticas em laboratório.

Este banco, deve conter as características de projeto e produção apresentadas pelas empresas, além de todas as informações referentes ao produto observado no canteiro (subsistemas, componentes, materiais, matéria-prima). As atividades técnicas que foram coletadas durante as diversas etapas de trabalho no decorrer da sua execução, também devem ser armazenadas. O desenvolvimento do banco caracteriza-se por duas etapas distintas, a saber: o Projeto Conceitual e o Projeto de Implementação, as quais, constituem a fase de Projeto Lógico do Banco de Dados.

Neste trabalho são apresentados inicialmente os conceitos nos quais a pesquisa se baseia, além das etapas de trabalho que tem sido seguidas para o desenvolvimento deste banco, desde a sua concepção e modelagem do seu esquema conceitual, até a etapa de implementação em uma plataforma de trabalho informatizada. Por fim, é apresentado o esquema conceitual do banco, como reflexo da fase atual em que se encontra a pesquisa, sendo portanto, passível de futuras alterações advindas dos possíveis problemas detectados durante sua implementação.

## 2. CONCEITOS BÁSICOS

### 2.1. MODELO DE DADOS

Um modelo de dados define um conjunto de conceitos que servem para expressar a semântica dos dados de determinada aplicação. O objetivo principal é o desenvolvimento de modelos que ofereçam mais flexibilidade de modelagem aos projetistas de bancos de dados, sem estar restrito a uma estrutura de implementação. Um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) é desenvolvido com base em um modelo de dados.

Os elementos relevantes nas aplicações tradicionais são chamados de *entidades* e a partir das aplicações não convencionais passaram a ser chamados de *objetos*. Dentre esses modelos de dados existentes, o modelo *relacional* tem mostrado ser de grande importância devido à sua simplicidade, facilidade de uso, à linguagem de consulta que é baseada em operações simples sobre tabelas, entre outras características.

### 2.2. PROJETO LÓGICO DE BANCO DE DADOS

Pode-se considerar que o processo de Projeto Lógico de um Banco de Dados é alimentado com um conjunto de entrada composto por requisitos de informação (objetivo do sistema de banco de dados, definição dos dados a serem incluídos, descrição do uso dos dados, etc.), requisitos de processamento (volume de dados, frequência de processamento), especificações do Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) e a configuração do hardware e sistema operacional.

### 2.3. REPRESENTAÇÕES ADOTADAS

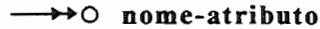
Existem várias maneiras de representação do modelo relacional, entretanto foi adotada a metodologia proposta por BUSSOLATI (1983) apud VIEIRA (1994), da qual, foram utilizados os seguintes conceitos:

- ENTIDADES E ATRIBUTOS:

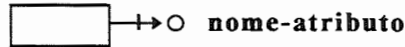
Uma entidade (ou relação) é representada por uma caixa retangular. Um atributo (ou campo) de entidade é representado por:

—→○ nome-atributo

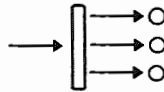
Um atributo multivalorado, também chamado de atributo repetitivo, é aquele que pode apresentar vários valores para uma entidade. Um atributo multivalorado é representado por:



Uma entidade pode ter atributos não especificados (atributos parciais), cuja representação é feita através de uma barra vertical na seta do atributo:



Um agregado é um conjunto de atributos que pode ser referido como uma propriedade simples:

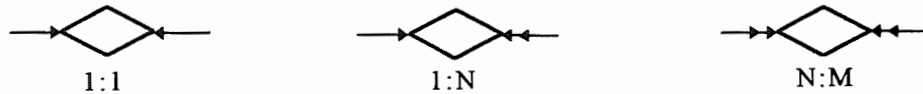


• RELACIONAMENTOS:

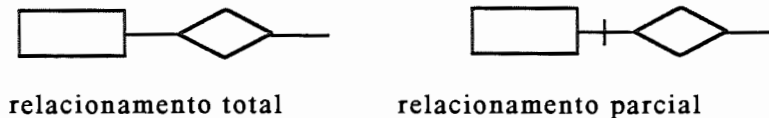
Os relacionamentos entre as entidades são representados por losangos:



A cardinalidade do relacionamento entre as entidades (1:1, 1:N, N:M) é representada por setas:



A natureza do relacionamento (relacionamento total ou parcial) é representada por:

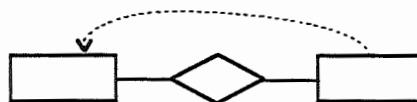


• IDENTIFICADORES OU CHAVES:

Um identificador interno é um atributo ou grupo de atributos que determina uma entidade.



Quando uma entidade é identificada através de outra entidade associada a ela, tem-se um identificador externo, cuja representação é:



### 3. ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

#### 3.1. CONCEITOS UTILIZADOS

##### TECNOLOGIA E TÉCNICA

A *tecnologia* pode ser identificada nos processos construtivos, através dos projetos e a *técnica* referente a esta tecnologia pode ser observada nos processos de trabalho, através dos quais a edificação se materializa.

##### PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Os Processos Construtivos viabilizam, através da tecnologia e da técnica, a materialização das unidades habitacionais, ou seja, é o processo que define as formas e as capacidades técnicas e econômicas de se construir. “Portanto, os Processos Construtivos estabelecem tipologicamente as tecnologias a serem aplicadas, fazendo com que, por sua vez, nos Projetos surjam os Sistemas Construtivos e na Produção das unidades habitacionais se definam famílias de Processos de Trabalho.” (MARTUCCI, 1990:46)

##### SISTEMAS CONSTRUTIVOS E PROCESSOS DE TRABALHO

O conceito de Sistema Construtivo representa um determinado estágio tecnológico que induz a forma de se executar os edifícios. “Os Sistemas Construtivos, podem ser subdivididos em subsistemas, os quais são definidos segundo suas respectivas características e funções técnicas em relação ao edifício e ao sistema construtivo como um todo.” (MARTUCCI, 1990:47)

A classificação adotada para os Subsistemas Construtivos resulta numa subdivisão em 16 (dezesseis) tipos diferentes de acordo com o desempenho funcional de seus componentes. São estes: infra-estrutural, super-estrutural, vedações, cobertura, revestimento de pisos, revestimento de paredes, revestimento de tetos, instalações elétricas, instalações hidráulicas, instalações sanitárias, instalações de águas pluviais, instalações de cunicações, aparelhos, estético-funcional e aparelhos.

O Processo de Trabalho é um elemento de fundamental importância no sentido de estabelecer uma integração real entre Projeto e Produção, pois sendo a tecnologia identificada a partir dos Sistemas Construtivos, pode-se perceber que há uma relação entre o que é proposto nos projetos e sua viabilidade de execução na produção, através dos processos de trabalho. Estão relacionados com este conceito os equipamentos e as ferramentas (instrumentos de trabalho), os materiais e componentes de construção, os subsistemas construtivos (objetos de trabalho), bem como as respectivas técnicas de utilizações dos instrumentos de trabalho sobre os materiais e componentes, subsistemas e sistemas construtivos, na produção das edificações.

#### 3.2. OBJETIVOS

Os objetivos do Projeto “Análise e Avaliação de Desempenho de Sistemas Construtivos Habitacionais” são: 1 - Criar instrumentos técnicos e metodológicos, com linguagem acessível, que viabilize a decodificação das novas tecnologias, no sentido de permitir um entendimento básico, por parte dos usuários destas, culturalmente, *novas* tecnologias; 2 - Definir uma gama muito ampla de requisitos, exigências e padrões de desempenho tecnológico e arquitetônico das unidades habitacionais, que darão às empresas de um lado e aos Órgãos Públicos do outro, os parâmetros básicos para a seleção das tecnologias adequadas às realidades regionais onde estão pretendendo ser implantadas.

O campo experimental deste Projeto de Pesquisa está prioritariamente alocado nas Vilas/Ruas Tecnológicas do Programa PROTECH<sup>1</sup>, em especial a Vila/Rua Tecnológica de Ribeirão Preto - SP, cuja execução esteve sob a responsabilidade da COHAB - RP<sup>2</sup>. Este empreendimento construiu unidades habitacionais executadas através de 11(onze) tecnologias diferentes, as quais estavam representadas por 11 (onze) empresas de Construção Civil.

A fase inicial de construção do banco se processou através de visitas técnicas ao canteiro de obras onde ocorreu o acompanhamento da coleta de dados de produto e produção, durante o desenvolvimento de Projeto de Análise e Avaliação de Desempenho das unidades habitacionais da Vila Tecnológica, para posterior informatização destes dados através da montagem e implementação de um Banco de Informações.

### 3.3. METODOLOGIA

Os dados coletados através de questionários, bem como os já selecionados e compilados para a Avaliação, foram organizados de acordo com uma metodologia proposta, a qual pode ser encontrada na íntegra no projeto "ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO, VILA TECNOLÓGICA DE RIBEIRÃO PRETO, PROTECH - COHAB-RP", FINEP processo n°63.950.286.00, São Carlos, dezembro de 1994, coordenado pelo Prof. Dr. Ricardo Martucci. O projeto situa-se, na FINEP, na área de conhecimento das "Ciências Sociais e Aplicadas" dentro da sub-área de "Arquitetura e Urbanismo"; mais especificamente "Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo". O tipo do projeto está classificado em "Pesquisa Aplicada: projeto dirigido ao atendimento de uma demanda tecnológica e/ou social, potencial ou efetiva".

São portanto apresentadas a seguir os itens considerados até o momento na modelagem conceitual do banco. Os formulários onde se encontram tabulados os dados, seguem no final do artigo, por serem estes, produtos de discussões sobre a melhor forma de armazenamento dos dados diante da metodologia proposta.

#### QUANTO AO PRODUTO PARA CADA SISTEMA CONSTRUTIVO:

##### **I. Características Globais**

Levantamento feito em todo o material fornecido pelas empresas no Processo de Licitação, através de questionário devidamente elaborado, preenchido pelas empresas e por observações nas obras da Rua e da Vila Tecnológica. (Vide Formulário 2.1 em anexo).

##### **II. Estudo Tecnológico dos Sistemas Construtivos**

###### **a) Identificação da(s) Tecnologia(s)**

Caracterização sucinta da(s) tecnologia(s) utilizadas nos sistemas construtivos (características e fontes de matérias primas, processos industriais utilizados, origem da tecnologia, licenças de uso, possíveis ataques ao meio ambiente, etc.). (Vide Formulário 2.2.1 em anexo).

###### **b) Racionalização do Produto quanto a sua Produção**

Consta de um detalhamento completo, das características técnicas e projetuais dos subsistemas e seus respectivos componentes e materiais utilizados no sistema construtivo. (Vide Formulário 2.2.2. em anexo).

---

<sup>1</sup> Programa de Difusão de Tecnologia para Construção de Habitação de Baixo Custo - programa ligado diretamente à Presidência da República, com a participação de vários Ministérios, dentre os quais o Ministério da Ciência e Tecnologia.

<sup>2</sup> Companhia Habitacional de Ribeirão Preto.

## QUANTO A PRODUÇÃO - PARA CADA SISTEMA CONSTRUTIVO

### **I. No Canteiro de Obras**

#### **a) Definição e Caracterização dos Processos de Trabalho**

Conjunto de informações contendo para cada Atividade Técnico-Produtiva dos Subsistemas Construtivos, a sua respectiva “família” de Processos de Trabalho, constando de: tipo de material e componente, tipo de mão de obra necessária, tipo de equipamento, máquina, ferramenta e instrumento e uma descrição da técnica construtiva utilizada.

## **4. ETAPAS DE TRABALHO**

### **4.1. FORMULAÇÃO E ANÁLISE DE REQUISITOS:**

Coleta de informação e requisitos de processamento, junto aos usuários potenciais do sistema, no caso específico, os pesquisadores do grupo **ARCHTEC**. Nesta etapa, foi efetuada, juntamente com os pesquisadores do grupo, a *seleção das informações relevantes*. Tal seleção só se tornou possível, mediante discussões em grupo acerca dos objetivos a serem alcançados com a elaboração deste banco de informações e resultou em alguns formulários cujos formatos são exemplificados ao término deste artigo.

Dentre as informações coletadas e desenvolvidas a partir de discussões em grupo, os campos dos referidos formulários, determinam as informações relevantes para o banco, além dos seguintes dados que devem ser considerados com algumas restrições:

- As edificações devem ser devidamente identificadas, por seu tipo e descrição, pela família de processos construtivos com os quais estas edificações são produzidas (artesanais, tradicionais, tradicionais racionalizados, pré-fabricados, industrializados e flexíveis), podendo apresentar uma tipologia construtiva identificada pelo seu componente predominante (painéis, blocos, tijolo comum, etc.).
- Uma mesma tipologia construtiva pode ser observada em vários processos construtivos.
- Um ou mais sistemas construtivos observados podem pertencer a mesma família de processos construtivos.
- Cada família de processos construtivos estabelece nos projetos um conjunto de sistemas construtivos e na produção suas respectivas famílias de processos de trabalho.
- Um Sistema Construtivo subdivide-se em subsistemas, identificados de acordo com a classificação adotada.
- Um Subsistema Construtivo é composto por componentes, que são fabricados com diferentes materiais e possuem determinadas variações.
- Cada componente é identificado pelo seu tipo, fabricante, desempenho funcional, dimensões, custo unitário e uma ilustração gráfica. As respectivas variações dos componentes podem apresentar funções diferenciadas.
- Para cada componente e suas variações são utilizadas juntas de ligação identificadas por seu tipo, desempenho e material.
- Sobre os materiais devem ser guardados além de seu nome, características próprias e as matérias primas a partir de onde são originados.
- As matérias primas predominantes identificam as tecnologias utilizadas pelos materiais, componentes, subsistemas e sistemas construtivos.

- Os componentes dos subsistemas construtivos são produzidos através de atividades técnico-produtivas que compõem as famílias de processos de trabalho.
- As atividades técnico-produtivas exigem tipos diferentes de transporte dos materiais, utilizam mão de obra diferenciada em quantidade e tipo de qualificação.
- A mão de obra fabrica/monta os componentes equipada com diversas ferramentas.
- Uma família de processos de trabalho configura uma certa técnica de execução associada a uma determinada tecnologia.

#### 4.2 PROJETO CONCEITUAL:

Consiste na representação das necessidades dos usuários através de uma estrutura que represente o banco de informações do sistema. O objetivo desta etapa de trabalho é representar a informação de uma forma compreensível aos pesquisadores do grupo, que seja independente de qualquer SGBD específico, porém implementável em vários destes sistemas. Como resultado desta etapa deve-se obter o *esquema conceitual* do banco.

O processo de projeto conceitual estrutura-se basicamente em quatro passos: seleção de entidades, seleção dos atributos, identificação dos atributos chave e seleção dos relacionamentos entre as entidades. Para auxiliar o projeto conceitual são usadas ferramentas oferecidas pelos modelos de dados semânticos, que geralmente se valem de recursos gráficos, que permitem fornecer uma visão global da estrutura do banco.

O esquema conceitual desenvolvido nesta fase do trabalho é apresentado ao final do presente texto, fazendo-se uso dos recursos de representação e modelagem apresentados, além de carregar em seu bojo os conceitos e definições adotados.

#### 4.3. MAPEAMENTO PARA O MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO

O objetivo básico desta etapa é a utilização dos resultados obtidos no Projeto Conceitual para a criação de um esquema processável por um SGBD. Nessa etapa deve ser criada a estrutura básica do Banco de Informações, devendo-se porém visualizar características como indexação, compressão de dados, etc, a serem implementadas.

O Sistema Gerenciador de Banco de Dados, no qual será efetuada a implementação é o ACCESS®, programa desenvolvido pela *Microsoft*, na sua versão mais recente para o sistema operacional Windows 95. Como este SGBD é baseado no modelo relacional, a atividade principal nesta fase, será a tradução das entidades e dos relacionamentos para o esquema relacional. Isso se tornará possível a partir de uma seqüência de passos básicos a serem seguidos.

#### 4.4. PROJETO FÍSICO

Esta etapa é dedicada à criação de índices, definição de métodos de compressão de dados, escolha de caminhos de acesso, etc. Segundo ELMASRI (1994):

“Projeto Físico de um Banco de Dados é o processo de escolha das estruturas de armazenamento específicas e seus caminhos de acesso para que os arquivos de base de dados obtenham uma boa performance nas suas várias aplicações.”

Uma vez que o SGBD a ser utilizado já está definido, o processo de projeto físico se restringirá à escolha das estruturas mais apropriadas para os arquivos de base de dados, dentre as opções oferecidas por este SGBD.

#### 4.5. IMPLEMENTAÇÃO

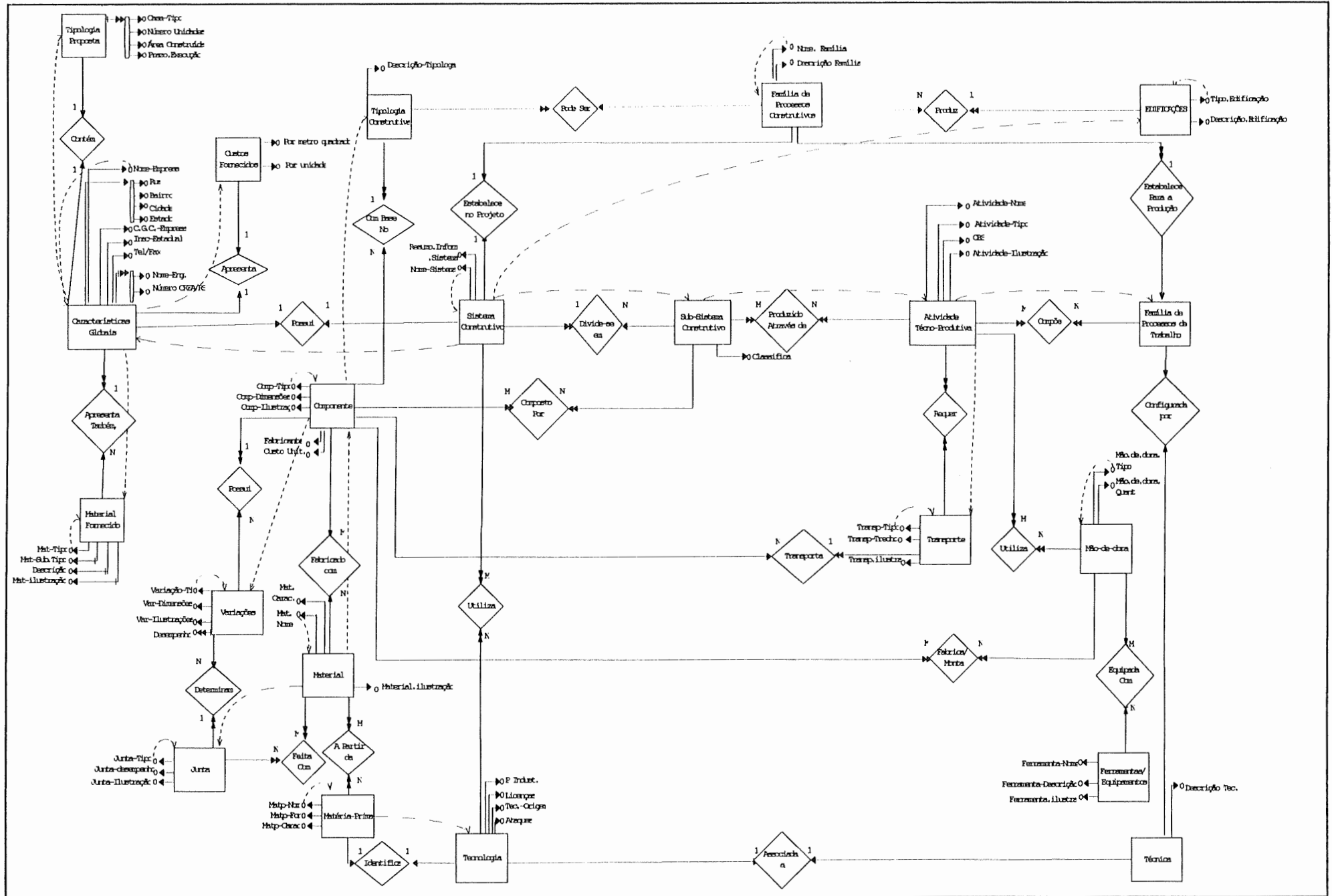
Após a conclusão dos Projetos Lógico e Físico, deve ser implementado finalmente o Banco de Informações no SGBD escolhido. Nesta fase deverão ser efetuados testes de validação, pois é muito freqüente o caso de novas aplicações se tornarem necessárias após o sistema de banco de dados ter sido implementado, demandando que novas consultas e transações sejam especificadas. Podem ser necessárias modificações em algumas das decisões do Projeto Físico numa certa ordem, para incorporar estas novas aplicações do sistema.

#### 5. CONCLUSÕES

Por se tratar de um trabalho em fase de desenvolvimento não pode-se aferir um caráter conclusivo ao esquema conceitual obtido. Entretanto pode-se observar que a implementação completa deste banco poderá agilizar futuros trabalhos de avaliação similares a estes, ao estabelecer um formato de armazenamento e manipulação de dados que pode ser utilizado por diferentes processos construtivos, além de contribuir para a formação de um vasto banco de materiais de construção que pode ser consultado para os mais diversos fins.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FINEP- Financiadora de Estudos e Projetos. Processo nº 63.950.286.00. Análise e Avaliação de Desempenho da Vila Tecnológica - RP, Área de Conhecimento: "Ciências Sociais e Aplicadas", Sub-área: "Arquitetura e Urbanismo/Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo". FIPAE/EESC/USP, São Carlos, dezembro de 1994.
- ELMASRI, R. & NAVATHE, S.B. *Fundamentals of Database Systems*. The Benjamim/Cummings, 1994.
- MARTUCCI, Ricardo. *Projeto Tecnológico para Edificações: utopia ou desafio?* Tese de Doutorado. FAU-USP, São Paulo, 1990.
- VIEIRA, Marina. T. P. *Projeto de Banco de Dados: Aplicações não Convencionais*. (não publicado), apostila utilizada na disciplina de Modelagem e Projeto de Banco de Dados. UFScar, Depto. de Computação, São Carlos, Maio, 1994.



(Editoração: Ana Letícia Tezolini Prado)

Esquema Conceitual (versão preliminar) do Banco de Informações da Vila Tecnológica de RP



<b>DADOS DA EMPRESA</b>	
NOME: Sistema "L"	
ENDEREÇO: Av. Pres. Tancredo Neves 2634	
CIDADE/ESTADO: Ribeiro Preto-XX	TEL/FAX: (016) 624-XXXX
CEP: 14095-220	
RESPONSÁVEL TÉCNICO/CREA/RS: Luís Magella de Lima	
CGC/MF: INSC. ESTADUAL:	
<b>TIPOLOGIA CONSTRUTIVA</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> PAINÉL/PLACA	<input type="checkbox"/> BLOCO
	<input type="checkbox"/> TIJOLO
<b>SISTEMA CONSTRUTIVO</b>	
NOME: LAGOTEC	
CARACTERÍSTICAS GERAIS: Painéis autoportantes tipo "sandwich", estrutura interna de madeira tratada e recoberta por chapa tipo "hard board", revestidos com argamassa epóxica. Os painéis são pré-fabricadas.	
<b>TIPOLOGIA PROPOSTA</b>	
CASA TIPO (Descrição): 2 dormitórios; sala; cozinha; 1 banheiro	
ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 48,38 m <sup>2</sup>	
PRAZO DE EXECUÇÃO DE UMA UNIDADE:	
<b>PREÇOS FORNECIDOS</b>	
CUSTO POR m <sup>2</sup> : R\$: 168,87	CUSTO POR UNIDADE:
<b>OBSERVAÇÕES GERAIS</b>	
N ° DE UNIDADES NA RUA: 01	N ° DE UNIDADES NA VILA: 06

<b>MATERIAL FORNECIDO</b>	
<b>PROJETOS</b>	<b>MEMORIAIS</b>
<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITETÔNICO <input checked="" type="checkbox"/> FUNDAÇÃO <input type="checkbox"/> ESTRUTURAL <input checked="" type="checkbox"/> VEDAÇÃO INSTALAÇÕES: <input checked="" type="checkbox"/> HIDRÁULICAS <input checked="" type="checkbox"/> ELÉTRICAS <input checked="" type="checkbox"/> SANITÁRIAS <input checked="" type="checkbox"/> CAIXILHOS <input checked="" type="checkbox"/> DETALHES CONSTRUTIVOS <input checked="" type="checkbox"/> PLANTA EXECUTIVA	<input checked="" type="checkbox"/> MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA CONSTRUTIVO <input checked="" type="checkbox"/> MEMORIAL DESCRITIVO/ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS
	<b>PLANEJAMENTO DA OBRA</b>
	<input type="checkbox"/> PLANILHA ORÇAMENTÁRIA CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO <input type="checkbox"/> OUTROS
<b>MANUAIS</b>	<b>FLUXOGRAMAS</b>
<input checked="" type="checkbox"/> MANUAIS DE USO E MANUTENÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO (FÁBRICA) <input checked="" type="checkbox"/> FLUXOGRAMA DE EXECUÇÃO
<b>CATÁLOGOS</b>	<b>FOTOGRAFIAS</b>
	<input checked="" type="checkbox"/> XÉROX DE PROTÓTIPO <input checked="" type="checkbox"/> XÉROX DE OBRAS JÁ REALIZADAS
<b>OUTROS</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> PROPOSTAS DE SISTEMAS DIFERENCIADOS PARA A FUNDAÇÃO <input checked="" type="checkbox"/> SOLUÇÕES DE AMPLIAÇÃO DA MORADIA UTILIZANDO O MESMO SISTEMA <input type="checkbox"/> RELAÇÃO DE OBRAS ANTERIORES EXECUTADAS COM O MESMO SISTEMA <input checked="" type="checkbox"/> AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO <input checked="" type="checkbox"/> ELIMINAÇÃO DÀS BARREIRAS ARQUITETÔNICAS EM UMA UNIDADE	

Sistema Construtivo: Sistema L			Observações:	
Subsistema Construtivo: Vedações				
COMPONENTES	ELEMENTOS	MATERIAIS	COMPOSIÇÃO	MATÉRIA-BÁSICA
Painéis sanduíche	placa "hard board"			
	sarrafos	madeira		
	cola epóxi			
	argamassa	cimento areia polímeros epóxicos água		calcário, argila, gesso, aditivos
Juntas metálicas galvanizadas				
Janela de abrir	marco	aço		minério de ferro, carbono(Mn, P, S, Si)
	folhas venezianas	cantoneira de aço perfil de veneziana solda		minério de ferro, carbono(Mn, P, S, Si) minério de ferro, carbono(Mn, P, S, Si)
	cremona			minério de ferro, carbono(Mn, P, S, Si)
	fecho			
	dobradiça			
	folhas lisas (guilhotina)	vidro massa aço		sílica, sódio, cálcio, corretivos minério de ferro, carbono(Mn, P, S, Si)
Janela basculante	folhas	vidro cancelado massa		sílica, sódio, cálcio, corretivos
	puxador pintado	aço		minério de ferro, carbono(Mn, P, S, Si)
	perfis pintados	chapa de aço		minério de ferro, carbono(Mn, P, S, Si)
	solda			
Portas internas	batente	madeira		
	folha	madeira		
	parafuso	aço		minério de ferro, carbono(Mn, P, S, Si)
	dobradiças	aço		minério de ferro, carbono(Mn, P, S, Si)
	fechadura	latão		

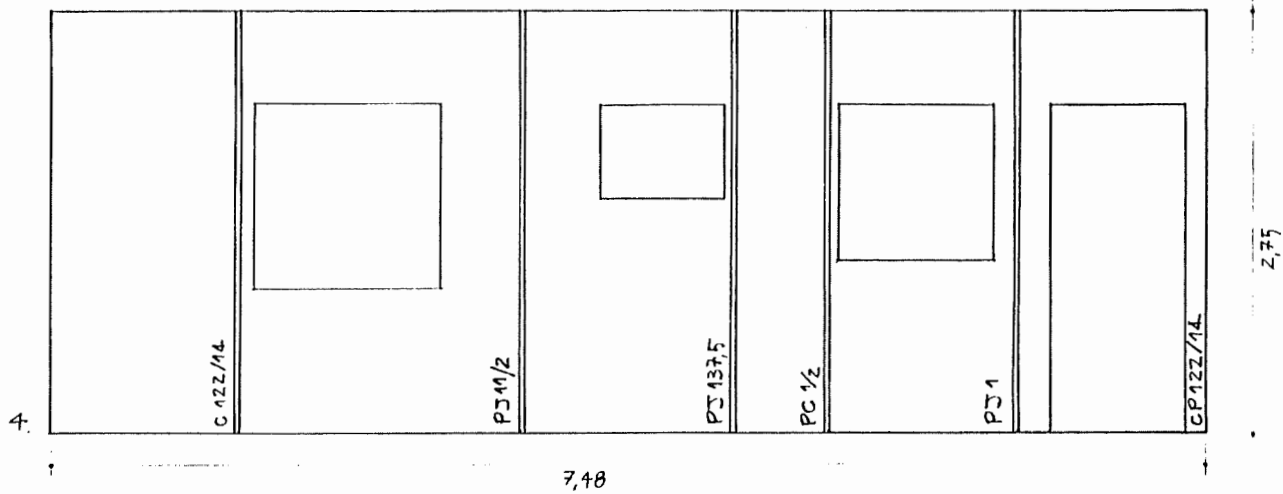
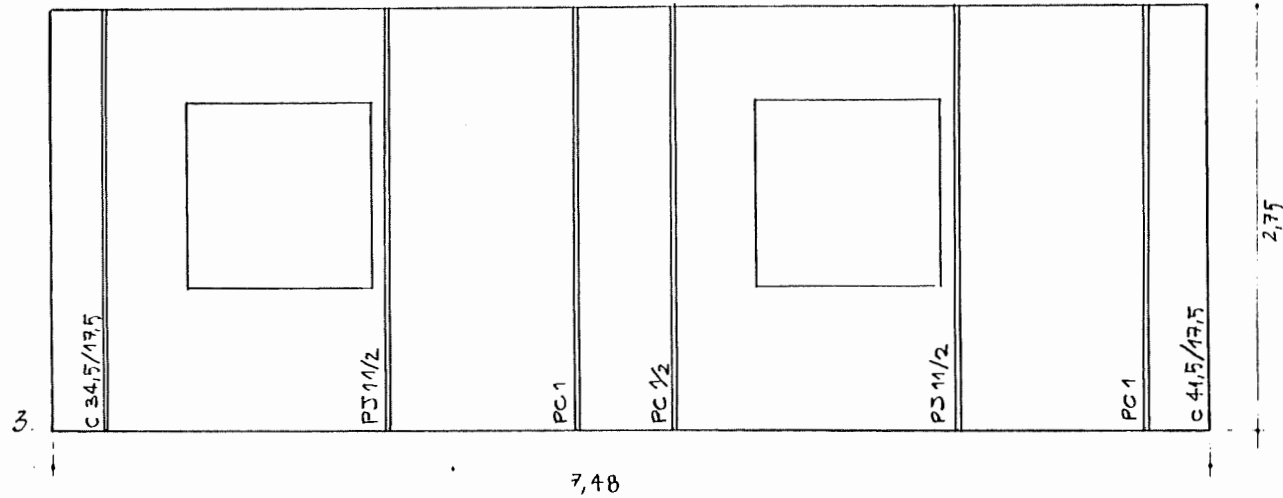
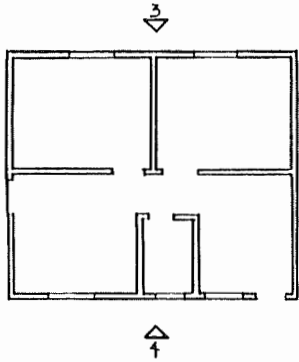
**Sistema Construtivo: SISTEMA "L"**

**Subsistema Construtivo: Vedações**

**Observações:**

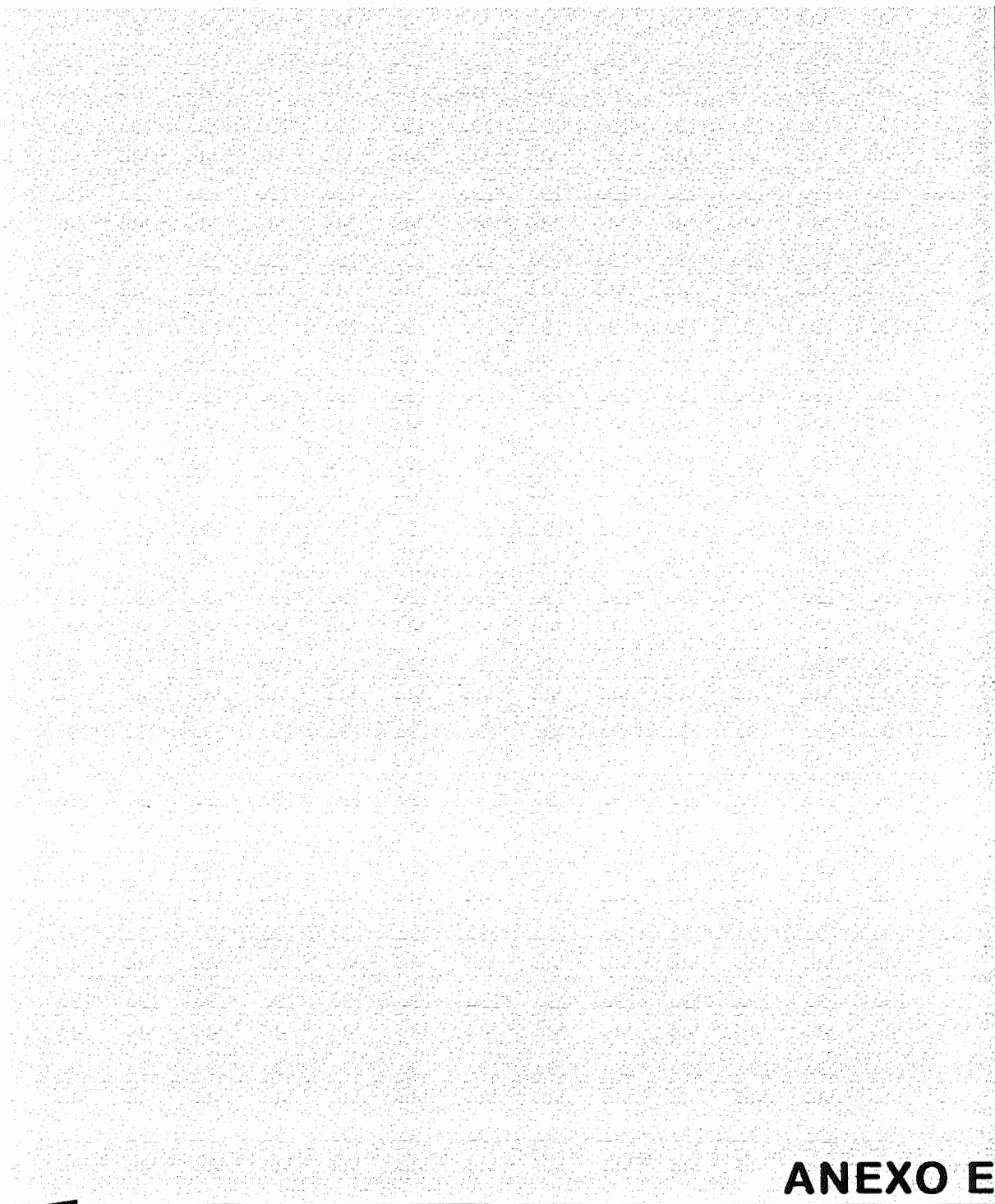
- PAINÉIS DE CANTO NAS EXTREMIDADES
- ESPESSURA DAS PAREDES 0,08 m

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS/PROJETUAIS**



ESC = 1:50

<b>Sistema Construtivo: Sistema L</b>			<b>Observações:</b> Cola impermeabilizante (epocur / epocool).
<b>Subsistema:</b> Vedações			
<b>Atividade:</b> Colocação de painéis contíguos			
<b>PROCESSO DE TRABALHO</b>			
<b>Descrição da Técnica Construtiva:</b>			<b>Desenho Explicativo</b>
<p>Depois de erguido o primeiro painel é necessário a aplicação de cola, com pincel, nas suas laterais para posterior colocação de perfis metálicos em "H" que servem como elementos de ligação entre painéis.</p>			
<b>Equipe</b>	<b>Ferramentas</b>	<b>Materiais</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• serventes</li> <li>• mestre-de-obras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pincel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cola</li> <li>• perfil metálico</li> </ul>	



**ANEXO E**

**Estudos de Casos: Escritórios e Construtoras**

## **ANEXO E**

### **Estudos de Casos: Escritórios e Construtoras:**

A diagramação e formatação dos estudos de casos apresentados a seguir sofreu algumas alterações, para efeito de inserção nestes anexos, entretanto seu conteúdo está integralmente equivalente ao seu original, entregue como parte dos requisitos de avaliação da disciplina Inovações Tecnológicas: Informática (Tele) Comunicações & Design, do programa de pós-graduação em Arquitetura da EESC/USP, a qual, é ministrada pelo Prof. Dr. Azael Rangel de Camargo. A inclusão destes como anexo desta dissertação foi devidamente justificada no capítulo IV da mesma.

É apresentada primeiramente a pesquisa que foi realizada a nível individual, no período de julho de 1995 na cidade de João Pessoa, cujos textos foram escritos a partir de anotações e da gravação em fita cassete de cada entrevista. O questionário aplicado (o mesmo para todas as quatro entrevistas, salvo algumas adequações necessárias para cada caso) também pode ser observado como fonte de análise.

Em seguida, podem ser verificados alguns dados obtidos a partir das entrevistas realizadas pelos demais alunos da referida disciplina, junto a 14 escritórios em diferentes regiões do país, durante o ano de 1995 e primeiro semestre de 1996. Estes alunos se utilizaram de questionários diferenciados, o que traduz uma certa desigualdade de informações de acordo com o caso. Para uma tabulação mais simplificada, foram escolhidos os dados comuns a maioria dos trabalhos, havendo porém, algumas lacunas que não foram preenchidas por falta de informações.



## Estudo de Caso

Para a obtenção dos dados relatados abaixo, foi elaborado um questionário genérico que foi adaptado a cada situação de acordo com as práticas envolvidas nos diferentes escritórios consultados. Os textos foram escritos a partir de anotações e da gravação em fita cassete de cada entrevista.

### Maria Esther Elisa Mitilene - Arquiteta

Um dos escritórios de arquitetura que trabalham a mais tempo com recursos da informática é o da Arquiteta Maria Esther Elisa Mitilene, uma argentina que por ser esposa de um arquiteto, professor universitário e pesquisador na área de informática, foi apresentada ao CAD logo no início de sua carreira profissional e desde então, adotou em suas práticas de trabalho.

"No início tínhamos um programa que gerava apenas perspectivas e, oferecíamos este serviço para outros escritórios, o que na época (1989) era uma grande novidade aqui em João Pessoa. O programa chamava-se PERSPECTIVA EXATA e havia sido desenvolvido pelo meu espôso, também arquiteto, Prof. Aristóteles Lobo. A visualização obtida através deste, era em aramado. Em 1990, começamos a utilizar a versão 1.6 do AUTOCAD e hoje usamos este mesmo software, só que na sua versão 12" conta Elisa.

A experiência com o Perspectiva Exata, motivou o uso mais intenso de recursos da informática e segundo Elisa foi inevitável reconhecer que "era um mundo que tinham de entrar".

A primeira obra com o AUTOCAD foi uma escada helicoidal e atualmente as arquitetas do escritório tem trabalhado com uma customização do ambiente Autocad, desenvolvida pelo prof. Ari, que conta com uma enorme biblioteca de símbolos arquitetônicos. Ao lembrar da

fase inicial desta informatização Elisa comenta: "Sentíamos que os clientes tinham a impressão que o produto final seria melhor se fosse feito no nosso escritório, um dos pioneiros no uso do CAD na cidade, por causa da apresentação dos projetos, isto é, aumentou um pouco a credibilidade..."

Além do Autocad que tem sido usado desde o estudo preliminar de arquitetura até a apresentação final, também são utilizados um editor de texto - Word for Windows-e planilhas eletrônicas do Excel onde são calculados os orçamentos das obras. O escritório faz uso dos serviços de um bureau para plotagem dos projetos.

Os micros que as duas arquitetas utilizam na maior parte dos projetos não se encontram no escritório e sim em suas residências por haver necessidade de uso por parte dos seu esposos. Ou seja, grande parte do tempo elas trabalham em casa, ficando o micro do escritório, um 486 DX-2 66, mais utilizado para texto e finalização dos projetos. Mas as arquitetas não escondem que desejam contratar em breve estagiários para trabalhar especificamente com o CAD, já que no momento, elas tem operado diretamente com isso.

Para Elisa, a crítica que é feita quanto ao uso do computador por estagiários, como uma "máquina de desenhar" não tem muita consistência pois os Projeto por si carrega consigo uma fase de "puro desenho". Mesmo antes da Informática, depois de pronto o projeto, ela o entregava a algum desenhista para dar o acabamento, por isso, ela não vê problemas em contratar estagiários contanto que saibam trabalhar com computador para desenhar seus projetos.

Pessoalmente ela ainda prefere fazer os seus croquis iniciais no papel, e depois de concebida uma idéia, um esboço, levar para o computador. "Como fui acostumada com o lápis e papel, gosto sempre de usá-los num primeiro momento para pensar em alguma coisa". Algumas vezes, quando tentou fazer o croqui inicial no micro, com toda a exatidão que o software proporciona e imprimiu para visualizar melhor a idéia, o que estava impresso estava muito mais próximo de um estudo preliminar do que de um croqui.

Quanto a limitação de sua capacidade criativa Elisa reconhece que no início sentia-se um pouco limitada, mas que





com o passar do tempo se acostumou a trabalhar com o auxílio de um micro. A mudança nas práticas de trabalho existe mas "a única mudança nos espaços criados antes e depois do uso da informática, é que agora eles são mais exatos", afirma. E completa: "quando você desenha com o AutoCad, mesmo que seja um croqui, você está desenhando sempre na escala 1:1. No papel sempre é usado alguma conversão de escala (1:200, 1:50). Para mim com o micro são eliminados os famosos erros quando há passagem de uma escala para outra, o desenho no Cad está muito mais próximo do real, do que vai ser executado".

Com anos de experiência em Projetos Assistidos por Computador, Elisa não considera que os seus projetos sejam repetitivos devido a limitações do software. Para ela o software é o seu *instrumento* assim como o são o lápis e o papel. "Às vezes sento no micro, depois vou para a prancheta e vice-versa, pois não consigo passar mais do que três horas seguidas em frente à tela de um monitor" comenta.

O escritório também usa o Cad na elaboração dos projetos de instalações elétricas e hidro-sanitárias, o que tem minimizado muito os erros de compatibilização freqüentes anteriormente. Ainda não houve uma experiência no que diz respeito à interação do projeto arquitetônico com os de estrutura, pois o escritório não oferece este serviço e ainda não trabalhou com um escritório de cálculo estrutural que receba o projeto arquitetônico em arquivo de Cad para retornar um projeto estrutural compatibilizado no mesmo ambiente gráfico. Sempre são enviadas as plantas plotadas para os engenheiros calculistas.

Não foi tecida nenhuma crítica quanto ao AUTOCAD, pelo contrário, há uma consciência de que não tem sido explorado completamente todo o potencial deste software. "Temos tomado conhecimento de outros softwares mais específicos para a área, mas não percebo grandes vantagens quando comparados ao programa customizado que utilizamos" afirma

Elisa. E conclui: "a cada nova versão do AUTOCAD que é lançada, são feitas as devidas atualizações, e sempre há uma melhoria sensível de uma versão para outra. No momento, pretendemos adquirir um equipamento mais potente para podermos usar a versão 13, que por rodar em ambiente Windows, exige maior capacidade de memória do equipamento".

#### EM - Engenharia Estrutural Ltda

Trabalhando com o auxílio da informática desde o início de suas atividades, este escritório de Cálculo Estrutural de pequeno porte, utiliza um programa de dimensionamento de esforços - o SAP90, além de alguns outros programas adicionais desenvolvidos por engenheiros da cidade que trabalham nesta área.

Segundo o Eng. Eduardo Martorelli, o seu escritório tem utilizado basicamente o computador na determinação dos esforços, pois no que diz respeito ao detalhamento destes esforços o programa utilizado ainda não dispõe de recursos mais avançados. Parte do trabalho ainda é bastante "braçal", no que se refere à transformação do cálculo em desenho, pois o produto que é entregue ao cliente é um desenho.

Atualmente, o escritório possui um micro computador 486 e uma impressora matricial, que segundo Martorelli tem atendido a demanda. Encontra-se em fase de estudo a utilização de um software mais poderoso, com maiores recursos principalmente para o detalhamento: o CYPECAD. Ainda não foi feito nenhum trabalho do escritório com este programa, mas tem-se conhecimento do grande sucesso que ele tem feito em outros escritórios de cálculo. Por enquanto os dois engenheiros deste escritório tem experimentado e estudado bem o software antes de utilizá-lo oficialmente.

Martorelli e uma engenheira trabalham diretamente no micro. "Fazemos o lançamento da estrutura em função das plantas de arquitetura, porém existem diversos programas para isso e as entradas de dados são realmente muito trabalhosas", comenta Martorelli. Segundo ele, o Cypecad entre outras coisas vem oferecendo esta vantagem da entrada de dados ser melhor desenvolvida.



Quanto ao desenvolvimento destes programas ele acrescenta que alguns softwares são desenvolvidos sem o acompanhamento direto de um profissional calculista estrutural, portanto não pode representar de forma adequada a melhor sistemática de entrada destes dados. "Estes programas possuem um bom grau de confiabilidade, porém eles tem que ser utilizados por profissionais com experiência na área. Eu creio que o grande problema da utilização dos softwares em geral e principalmente os de cálculo estrutural, é quando eles caem na mão de pessoas que não tem experiência suficiente para perceber alguma entrada de dados errada que causem discrepâncias nos resultados", adverte Martorelli.

Mesmo confessando uma certa apreensão e preocupação com o futuro, no que tange a usar toda a potencialidade do computador, por temer que este fato provoque uma série de demissões de profissionais "dispensáveis", causando assim um "problema social", Martorelli concorda que estamos rumando para uma total informatização dos escritórios e que o retorno do investimento é relativamente rápido e muito válido.

#### ARCO Projetos e Construções Ltda.

Sendo um dos mais bem equipados escritórios de João Pessoa, o escritório do eng. George Cunha, destaca-se pelos seus projetos de engenharia sanitária e de esgoto sanitário, drenagem urbana e abastecimento d'água.

Dentre os vários softwares utilizados, estão o Word For Windows no que diz respeito a edição de textos, o EXCEL na elaboração das exaustivas planilhas que estes projetos envolvem, o AUTOCAD na confecção gráfica dos projetos e o CORELDRAW para apresentação de mapas coloridos com legendas, etc.

A Informática "disparou" na rotina do escritório a partir de 1990, pois desde 1987, já haviam adquirido um micro tipo XT e a partir de 1990 é que foram se desenvolvendo e investindo

com mais intensidade na informatização. Uma característica interessante deste escritório é que a maioria dos que trabalham diretamente com o micro não são engenheiros e nunca fizeram algum curso da área de informática. Segundo eles, tudo foi aprendido "na raça" e desta forma eles consideram muito mais difícil de se esquecer.

A maior diferença identificada ao longo destes cinco anos, tem sido a praticidade e a qualidade da apresentação. Os clientes são atraídos por esta qualidade de forma que a nível de Nordeste, este escritório tem sido muito reconhecido, já com trabalhos concluídos no Rio Grande do Norte e no Ceará além dos vários executados no próprio estado.

Além da qualidade que é extremamente superior com o uso da informática, uma diferença gritante entre o "antes e o depois", neste escritório é, por exemplo, o uso das planilhas eletrônicas, sem as quais, alguns dados que hoje levam uma semana para serem computados, demandariam pelo menos 05 meses de trabalho, pois algumas planilhas deste tipo de projeto, fazem uso de fórmulas enormes para chegarem ao resultado final, algo realmente inviável de se manipular com rapidez sem o auxílio de um software como o EXCEL.

O computador tem sido usado desde a apresentação do projeto ao cliente, até a entrega. O cliente muitas das vezes, visualiza no micro, dá palpites, etc. Mas algumas atividades ainda são feitas numa etapa anterior ao computador. Por exemplo: em alguns trabalhos de consultoria de projeto de esgotos sanitários, que são muito comuns neste escritório, tornam-se necessárias as informações de um biólogo, que então passa todas as suas anotações e dados para o escritório, onde tudo é passado para um editor de texto, por meio do qual são criados vários arquivos, a partir dos quais começa-se a montar o projeto como um todo.

Segundo um dos operadores e funcionário do escritório desde o início do processo de informatização, quando começaram a trabalhar neste ramo, pediam a um desenhista para fazer os desenhos dos mapas, tiravam várias xerox e a partir daí eram confeccionados um tipo de película colorida que era cortada com lâmina e desta forma eram dadas as cores aos



mapas, enquanto que hoje fazem tudo no AUTOCAD, pois ele além de desenhar já pode dar a coloração por pontos, ou se preferir usar um tipo de hachura, ou senão, usam o CORELDRAW para fazer uma melhor apresentação.

A versão do AUTOCAD que estão utilizando é a 12, mas já estão para receber o upgrade para a 13. O engenheiro opera muito pouco diretamente com este ou outros softwares. Ele sempre passa toda a parte de informações quando está montando o projeto. Normalmente ele senta ao lado de um dos operadores e vai falando enquanto o outro digita.

Em termos de hardware, este escritório conta com vários micros 486, sendo que dois deles ligados à duas mesas digitalizadoras, impressoras jato de tinta, uma impressora laser e um plotter, que tem prestado serviços de *bureau* para alguns escritórios de arquitetura, já que a cidade tem deixado a desejar no que diz respeito a esta prestação de serviço específica.

Há pouco tempo adquiriram um software de geo-processamento com os dados de Recife, onde estão para realizar mais uma obra, mas a familiaridade com um GIS ainda é pequena. "Estamos satisfeitos com os softwares que utilizamos, pois mesmo sabendo que existem programas muito mais poderosos, estes que adquirimos tem correspondido muito bem a demanda do que fazemos", afirma um dos funcionários entrevistados.

### ENARQ

A ENARQ - Engenharia e Arquitetura LTDA., empresa de grande porte cuja matriz está sediada em João Pessoa, tem uma experiência com a informatização das atividades relacionadas ao gerenciamento de suas obras desde 1989. Segundo o Engenheiro Glauco R. C. de Oliveira, que acompanhou todo o processo, a primeira experiência se deu com um pacote oferecido pela PROLOGICA, em que na compra do hardware a empresa "ganhou" um software exclusivamente de orçamento que na época já representou um grande salto

nos exaustivos cálculos feitos sem o auxílio de um computador. Desde 1990, a empresa adquiriu o ORCA, um software produzido e distribuído por uma *softhouse* de Recife-PE, a Montagem Engenharia de Sistema Ltda. Este software é um aplicativo *run time* desenvolvido no FOX PRO, com todas as características inerentes a este gerenciador de banco de dados. O ORCA abrange as atividades de programação, planejamento, controle e orçamento de obras e exporta facilmente dados armazenados no seu banco de dados para planilhas, que neste caso são usadas as planilhas do EXCEL.

A ENARQ é uma empreiteira e como tal, não trabalha com Projetos, os quais geralmente já vem "fechados" para serem apenas executados conforme especificações. Por este motivo, além do uso da informática no gerenciamento e controle de obras, a empresa informatizou todo setor administrativo fazendo uso de alguns aplicativos desenvolvidos na própria empresa, como por exemplo, os que fazem a emissão de relatórios dos diversos caixas da empresa. Além destes softwares, há também a utilização do PROJECT para gerenciamento de empreendimentos.

Entre as principais vantagens da informatização estão as facilidades oferecidas no que diz respeito à otimização do tempo e da qualidade das informações, pois o computador força os engenheiros a trabalharem com números sem os "achismos" comuns em profissionais com mais experiência. Além do mais, tudo que é feito é armazenado num banco de dados que pode ser acessado sempre que preciso, característica esta que na opinião de Glauco, atualmente gerente de processamento de dados, é uma das mais importantes. Algumas críticas também foram tecidas por ele quanto a este software. No caso do ORCA, há um consenso entre os usuários que são muitos na região e, de acordo com as necessidades que surgem, são sugeridas à *softhouse* que o desenvolveu as devidas alterações prevalecendo portanto o desejo da maioria. É claro que nem sempre consegue-se os ajustes necessários e muitas vezes tem que haver uma adequação do profissional ao software ao invés do contrário.

Glauco afirma que a informatização das empresas deste setor é inevitável e que estamos rumando para um tempo em que *anormal, fora do padrão*, será a empresa



que não fizer uso dos recursos da informática e que há muito marketing na idéia de que a informática aumenta a credibilidade do cliente pela empresa.

Há pouco tempo foram comprados 20 notebooks para que cada engenheiro responsável por alguma obra possa levá-lo ao escritório do canteiro e assim despertar o interesse pela informática. A experiência ainda não é completamente satisfatória pois alguns profissionais oferecem resistência ao uso do computador no gerenciamento e controle de suas obras com o auxílio de um notebook.

Além da matriz em João Pessoa, a Enarq conta com mais quatro unidades: Natal-RN, Maceió-AL, Recife-PE, e Brasília-DF. Em todas estas, trabalhando num esquema descentralizado, com coordenações regionais e setoriais, a orientação da empresa é que de cada 04 (quatro) engenheiros pelo menos um, opere diretamente o micro, ou no caso de um técnico operando, que este esteja sempre sob a gerência de um engenheiro.

A cada nova obra o banco de dados é atualizado visto que o ORCA dispõe de recursos de atualização de dados e todos os orçamentos elaborados na empresa, utilizam suas próprias fichas de composição obtidas ao longo do tempo, por meio da observação e pesquisa efetuada a cada obra concluída

Além dos vinte notebooks já citados, a empresa conta com 05 micro 486 e 08 micros 386 ligados em rede, todos com fax-modem, e 03 impressoras de grande porte responsáveis pelos cartões de ponto dos mais de 3.000 funcionários além de 02 impressoras matriciais pequenas e duas impressoras jato de tinta.

Segundo dados do SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção local, a Enarq é a construtora que mais tem feito uso da informática em suas atividades, levando em consideração outras empresas de grande porte sediadas no estado.

## Questionário Geral Aplicado

### DADOS DA CONSTRUTORA/ESCRITÓRIO:

Nome:

Endereço:

( ) grande porte ( ) médio porte ( ) pequeno porte

1. Qual o nível de informatização da empresa?
2. Quais os equipamentos(hardware) que a empresa possui atualmente?
3. Quais os Softwares utilizados?
4. Há quanto tempo trabalham fazendo uso da informática?
5. Qual foi a primeira experiência?
6. O que motivou a adoção destes recursos?
7. Qual a reação dos clientes?
8. Há alguma utilização dos recursos gráficos para apresentação dos projetos aos clientes?
9. O que muda na relação cliente-arquiteto/engenheiro com as facilidades de apresentação dos projetos?
10. Há utilização de ferramentas informatizadas desde a fase de concepção até a execução de uma obra?
11. Quanto à utilização da informática na fase de concepção arquitetônica:
  - a) pode-se afirmar que houve alguma alteração dos espaços projetados antes e depois da informatização?
  - b) O projeto é concebido no computador pelo próprio arquiteto, ou é apenas desenhado por outro profissional, depois de finalizado em prancheta?
  - c) Na sua opinião, o software utilizado para projeto tem correspondido satisfatoriamente às necessidades?
  - d) Há alguma inibição da criatividade do arquiteto devido à limitações do Software?
12. quanto à integração das fases de Projeto e execução através da informática:
  - a) pode-se afirmar que através de ferramentas da informática é possível uma



maior integração entre as fases de projeto e execução de uma edificação?

b) Quais os principais problemas de integração projeto-produção, que tem sido evitados ou, pelo menos, minimizados desde a utilização da informática para este fim?

c). Com relação aos projetos complementares, estes também fazem uso de ferramentas informatizadas?

d). São observados possíveis problemas de compatibilidade entre estes projetos com o projeto arquitetônico, com o auxílio de tais ferramentas?

13. Na fase de execução, qual o tipo de auxílio que a informática tem dado?

a) quais os softwares/hardwares utilizados para este fim?

b) Na sua opinião, que tipo de serviços um software específico para execução de obras, deveria oferecer?

João Pessoa, Data: \_\_/\_\_/\_\_.

Endereços:

Maria Esther Elisa Mitilenene  
Escritório de Arquitetura  
Av. Flávio Ribeiro Coutinho, 709  
Sala 305 Manaíra  
Fone: (083) 246-1858  
58035-491 João Pessoa-PB

E.M. Engenharia Estrutural Ltda.  
Eng. Eduardo dos Santos Martorelli  
(Diretor)  
Av. General Osório, 164  
Sala D Centro  
Fone: (083) 222-4675  
58010-780 João Pessoa-Pb

ARCO Projetos e Construções Ltda.  
Eng. George Cunha - Diretor Presidente  
Av. Eptácio Pessoa, 2900  
Tambauzinho  
Telefax: (083) 224-5532  
58040-000 João Pessoa-Pb

ENARQ- Engenharia e Arquitetura  
Ltda.  
Eng. Glauco R. C. de Oliveira  
R. Afonso Barbosa, 1601- BR230,  
Km 16,5. Estrada de Cabedelo  
Fone: (083) 244-1230 Fax: (083) 224-4330  
58033-450 João Pessoa-Pb

ESCRITÓRIO	CAMPO DE ATUAÇÃO	EQUIPE	PRIMEIRA EXPERIÊNCIA	HARDWARE	SOFTWARE	TIPO DE APLICAÇÃO	ESTADO (REGIÃO)
Arquidecor Ltda.	Projetos de Arquitetura, Construção e Reforma	02 arquitetos 01 estagiário	Autocad 1993	02 micros PC 486 01 impressora jato de tinta	Autocad	Projetos em 2D Acabamentos, detalhes, etc	Alagoas (Nordeste)
Edific Arquitetura e Decoração S/C Ltda.	Compatibilidade de projetos; Estudos de impactos e viabilidades financeiras do empreendimento Consultoria de Qualidade para a Construção Civil Projetos arquitetônico, complementares e de interiores	05 Arquitetos 01 Engenheiro 01 Técnico 03 Estagiários 01 Analista de Sistemas 01 Secretária 01 Office-boy 01 Advogado 01 Servente	Autocad 1992	10 micros PC entre 486 e Pentium. Rede local 01 plotter a jato de tinta 02 impressoras a jato de tinta 01 scanner 01 estação gráfica Fax-modem Kits Multimídia	Autocad com as seguintes macros: Autoarch Cadproj Hidráulico Cadproj Elétrico 3D Studio Coreldraw Photoshop Animator P Animator Pro Lightwave e Vídeo Director TQS Rede Local Novell Conexão com a Internet	Desenvolvimento de Projetos Simulações em realidade virtual Cad/Cam Apresentações Multimídia Projeto, Processo e Produção integrados através do trabalho em rede	Alagoas (Nordeste)
Total Engenharia Ltda.	Construções em Geral	Arquitetos Engenheiros Desenhistas	Autocad Micros PC 386	Micros PC 486 Impressoras Jato de Tinta Plotter	Autocad	Concepção, desenvolvimento de projetos, detalhamento e apresentação	Amazonas (Norte)

ESCRITÓRIO	CAMPO DE ATUAÇÃO	EQUIPE	PRIMEIRA EXPERIÊNCIA	HARDWARE	SOFTWARE	TIPO DE APLICAÇÃO	ESTADO (REGIÃO)
PROENGENHO Engenharia Estrutural Ltda.	04 engenheiros 03 estagiários 02 desenhistas 01 secretária 01 contínuo	Cálculo de estruturas de edifícios residenciais e comerciais	01 micro PC 286 SAP90 1988	01 micro PC 286 02 micros PC 386 06 micros PC 486 01 pentium 03 impressoras matriciais 01 impressora laser 02 plotters a jato de tinta Fax-modem Kits Multimídia	Autocad SAP90 Aplicativos próprios Lotus Excel Word Origin Auto-sketch 3D Studio	Projeto arquitetônico recebido em disquete. Projetos estruturais tridimensionais, troca de informações com os arquitetos (possíveis mudanças) Agilidade no Processo	Bahia (Nordeste)
SHURING Engenharia Estrutural Ltda.	Construção Civil em geral Projetos de Arquitetura, estruturas e instalações.	Engenheiros Arquitetos Estagiários Operadores	Autocad Softwares de gerenciamento e de cálculo estrutural micro PC 386 1991	Micros PC 486 Impressoras Plotters Fax-modem	Autocad Aplicativos para escritório Planilhas Eletrônicas	Movimento de caixa, leitura de código de barras, controle de vendas dos imóveis, Projetos tridimensionais, consulta e compra via fax-modem as lojas de materiais de construção.	Mato Grosso (Centro-Oeste)

ESCRITÓRIO	CAMPO DE ATUAÇÃO	EQUIPE	PRIMEIRA EXPERIÊNCIA	HARDWARE	SOFTWARE	TIPO DE APLICAÇÃO	ESTADO (REGIÃO)
ARCO Projetos e Construções Ltda.	Projetos de Engenharia Sanitária, esgoto sanitário, drenagem urbana e abastecimento d'água.	Engenheiros Técnicos Operadores Secretária Biólogos	Autocad Micro XT 1987	Micros PC 486 02 mesas digitalizadoras 02 impressoras jato de tinta 01 impressora laser 01 Plotter	Autocad Word Excel Coreldraw GIS	Apresentação e entrega do Projeto ao cliente. Mapeamento, cálculos em planilhas.	Paraíba (Nordeste)
EM- Engenharia Estrutural Ltda.	Projetos estruturais de pequeno porte	02 Engenheiros	SAP90 1994	01 micro PC486 01 impressora matricial	SAP90 CYPECAD	Dimensionamento de esforços, lançamento da estrutura.	Paraíba (Nordeste)
ENARQ- Engenharia e Arquitetura Ltda.	Empreiteira Gerenciamento e Execução de obras de grande porte.	Cerca de 3000 funcionários entre engenheiros, técnicos, secretários, etc.	Pacote de orçamento oferecido pela PROLÓGICA 1989	20 notebooks 05 micros PC 486 08 micros PC 386 (ligados em rede) Fax-modem 03 impressoras de grande porte 02 impressoras matriciais 02 impressoras jato de tinta.	ORCA (aplicativo run time desenvolvido no FOX PRO) Excel Project Word	Programação, planejamento, controle e orçamento de obras. Informatização do setor administrativo, emissão de relatórios dos diversos livros caixas, etc.; Atualização do banco de dados a cada nova obra; Notebooks em canteiro para acompanhamento da obra.	Paraíba (Nordeste)



ESCRITÓRIO	CAMPO DE ATUAÇÃO	EQUIPE	PRIMEIRA EXPERIÊNCIA	HARDWARE	SOFTWARE	TIPO DE APLICAÇÃO	ESTADO (REGIÃO)
Maria Esther Elisa Mililene Arquiteta	Projetos em geral.	02 Arquitetos	PERSPECTIVA EXATA 1989	02 micros PC 486 01 impressora jato de tinta	Autocad Word Excel	Concepção e desenvolvimento de projetos arquitetônicos e de instalações	Paraíba (Nordeste)
CASEMA Indústria e Comércio Ltda.	Sistemas Construtivos Industrializados em Madeira.	03 Arquitetos 01 Orçamentista 04 Desenhistas 02 Conferencistas		03 micros PC 486 01 micro PC 386 02 impressoras: jato de tinta e matricial 01 Plotter a jato de tinta	Autocad Excel Word	Desenvolvimento de Projetos, adaptação com o sistema CASEMA, controle de processos e prazos.	São Paulo (Sudeste)
Edo Rocha Arquitetura	Layout de escritórios Projetos em geral	Arquitetos Desenhistas Projetistas Secretárias	Autocad Micro XT Plotter - 1 pena 1985	25 micros PC 486 02 Workstation TD4 da Intergraph Copiadoras Heliográficas Fax Modem 02 Plotters 02 Impressoras (Matricial e Jato de Tinta) Scanner	Autocad 3D Studio Microstation Modelview CorelDraw Excel Word Lotus Access Published	Desenvolvimento de projetos, detalhamentos específicos e genéricos, projetos legais, especificações técnicas, memoriais e quantificações Comunicação via disquetes com outros escritórios (projetos complementares)	São Paulo (Sudeste)

ESCRITÓRIO	CAMPO DE ATUAÇÃO	EQUIPE	PRIMEIRA EXPERIÊNCIA	HARDWARE	SOFTWARE	TIPO DE APLICAÇÃO	ESTADO (REGIÃO)
Egídio Simoni Arquiteto e Associados	Projetos em geral	Arquitetos Secretária	Autocad Micro XT impressora matricial 1987	02 micros PC 486 Fax Modem 01 Plotter jato de tinta 02 Impressoras (matricial e jato de tinta)	Datacad Coreldraw Excel Word Access	Desenvolvimento de projetos executivos, detalhamento, projetos legais, especificações, memoriais e listagens. Comunicação via disquetes com outros escritórios (projetos complementares)	São Paulo (Sudeste)
ISO Engenharia e Arquitetura Ltda.	Projetos em geral	03 Engenheiros 01 Arquiteta	Autocad 1992	Micros PC 486 e Pentium	Autocad	Dinamização dos processos de desenho, sobreposição dos projetos arquitetônicos e complementares, maquetes eletrônicas	São Paulo (Sudeste)
Marcos Acayaba	Predominância de projetos de residências unifamiliares	06 Arquitetos 02 Estagiários	Archicad Macintosh com 8Mb de RAM	05 micros Macintosh 01 Plotter	Archicad Word Photoshop	Concepção e desenvolvimento de projetos, estudos de volumetria, modelos eletrônicos e simulações. Integração entre as atividades de projeto - maior colaboração na atividade de construção de um modelo	São Paulo (Sudeste)
Renato Maia Arquitetos Associados	Projetos em geral	Arquitetos Operadores		02 micros PC486 Fax-modem	Autocad Word Excel Power- Point 3D Studio	Desenvolvimento e detalhamento e apresentação de projetos.	São Paulo (Sudeste)

ESCRITÓRIO	CAMPO DE ATUAÇÃO	EQUIPE	PRIMEIRA EXPERIÊNCIA	HARDWARE	SOFTWARE	TIPO DE APLICAÇÃO	ESTADO (REGIÃO)
Ruy Ohlke	Projetos em geral Urbanização	Arquitetos Projetistas Secretárias	Autocad Micro PC 286 Plotter 1986	01 micro PC 286 04 micros PC 486 02 copiadoras heliográficas Fax Modem 01 Plotter (8 penas) 01 impressora matricial 02 impressoras laser	Autocad Pagemaker Excel Word Lotus Access	desenvolvimento de grandes projetos, detalhamentos, projetos legais, especificações técnicas, memoriais e quantificações. Comunicação via disquetes com outros escritórios (projetos complementares)	São Paulo (Sudeste)
SRTC&C Engenharia e Projetos S/C Ltda.	18 funcionários entre engenheiros, técnicos e pessoal administrativo.	Cálculos de estruturas para edifícios residenciais e comerciais.	TQS 1990	01 micro PC 286 02 micros PC 386 17 micros PC 486 Plotters a jato de tinta Impressoras matriciais	TQS SAP90 Lotus Excel Word Autocad	Projeto arquitetônico recebido em disquete. Estudo da concepção estrutural na prancheta, seguido de um desenho da estrutura pré-concebida no micro e respectiva plottagem.	São Paulo (Sudeste)
T.C. Projetos e Construções	Projetos em geral; Programação Visual Planejamento e Orçamento de Obras	Arquitetos Engenheiros Designers		micros PC 486	Autocad Word Excel 3D Studio Trow-orc	Criação, desenho, dimensionamento, cálculo e orçamentos. Apresentação de Projetos. Utilização do Computador desde a concepção até a execução.	São Paulo (Sudeste)

---

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA



### Livros

- BRETON, Philipe. História da Informática. Ed. Unesp, São Paulo, 1991, 260 p
- DAVIS, Ian. Arquitectura de Emergencia. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1980.
- EARNSHAW, Rae A. e ROGERS, David F. Color Printing for Computer Graphics. In: Computer Graphics Techniques, pg. 79 a 125. Ed. Springer-Verlag, 1990.
- ELMASRI, R. & NAVATHE, S.B. Fundamentals of Database Systems. The Benjamim/Cummings, 1994.
- FIGUEIRAS, Lúcia V. L. et alt. Fundamentos de Computação Gráfica. São Paulo, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1987.
- FOLEY, J. D. et all. Computer Graphics: Principles and Practices. 2nd. ed. Addison Wesley, 1990
- GAMA, Ruy. A Tecnologia e o Trabalho na História. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- GIOZZA, William F. et alt. Redes Locais de Computadores: Tecnologias e Aplicações. São Paulo, McGraw-Hill, 1986, p. 02.
- GRANGER, Gilles Gaston. A Ciência e as Ciências. Tradução de Roberto Leal Ferreira. Editora Unesp, São Paulo, 1994.
- HAMDI, Nabeel. Housing Without Houses: Participation, Flexibility, Enablement. Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.
- HEBERT, Charles et all. A Revolução da Informática. In: Série "Ciência e Informação", Editora Paz e Terra, v. 03, 1970.
- HUGHES, J.G. Objected-Oriented Databases. Prentice-Hall, 1991.
- LAURET, Gerard. Informatique Graphique Dans Le Bâtiment et L'Architecture. Masson, Paris, 1990.
- LÉVY, Pierre. As Tecnologias da Inteligência: O Futuro do Pensamento na Era da Informática. Editora 34, 1993.
- MACHADO, Arlindo. Máquina e Imaginário: O Desafio das Poéticas Tecnológicas. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.
- MITCHELL, William J. Computer-Aided Architectural Design. Van Nostrand Reinhold, New York, 1977.

- MULTIMEDIA FOR ARCHITECTURE AND URBAN DESIGN, First Symposium. Anais, FAU/USP, 1994.
- NEGROPONTE, Nicholas. A Vida Digital. Cia das Letras, São Paulo, 1995.
- OTTO, Frei et al. *Arquitetura Adaptable*. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1979.
- PERSIANO, R.C.M.; OLIVEIRA, A.A.F. *Introdução à Computação Gráfica*. São Paulo, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1989.
- PESSIS-PASTERNAK, Guita. *Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas Se Interrogam*. Tradução de Luiz Paulo Rouanet, Editora Unesp, São Paulo, 1993.
- ROMANO, Elisabetta. *Esquadro ou Teclado?*. FAU/USP, Seção de Publicações, São Paulo, 1995.
- ROSSO, Teodoro. *Racionalização da Construção*. FAUUSP, São Paulo, 1980.
- TREMBLAY, Jean Paul, BUNT, Richard B. *Ciência dos Computadores: Uma Abordagem Algorítmica*. Ed. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1983.
- WATERMAN, D.A. *A Guide to Expert System*. Ed. Addison-Wesley, MA, 1986.
- WINOGRAD, T. & FLORES, F. *Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design*. Ed. Addison-Wesley. Reading, MA, 1986.

## Teses e Dissertações

- LUCINI, Hugo Camilo. *Desenvolvimento de Novos Sistemas Construtivos (Estudo de Caso)*. Dissertação de Mestrado, EESC-USP, São Carlos, SP, 1984.
- MARTUCCI, Ricardo. *Projeto Tecnológico para Edificações Habitacionais: Utopia ou Desafio?* Tese de doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990. 438p.
- MELHADO, Sérgio B. *Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao Caso das Empresas de Incorporação e Construção*. Tese de Doutorado - EPUSP. São Paulo, 1994.
- MYRIAN, V. P. C. *Projeto de Arquitetura e Sistemas Gráficos: Uma Análise Metodológica*. Dissertação de Mestrado, EESC/USP, São Carlos, 1992.
- PICCHI, F. A. *Sistema de Qualidade: Uso em Empresas de Construção*. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1993.
- ROMANO, Elisabetta. *Arquitetura Sistêmica*. Tese de Doutorado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- ROMANO, Elisabetta. *O Arquiteto e o Computador: a Computação Gráfica como Instrumento de Projeto*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

TIBAU, Roberto J.G. *Arquitetura e Flexibilidade: Sôbre os Valores Formais de Uma Organização Espacial Passível de Imprevisíveis Modificações de Programa*. Tese de Doutorado, FAU/USP, São Paulo, 1972.

TRAVAIN, Maria A. L. *Estrutura Leve: Projeto de um Abrigo Transformável*. Dissertação de Mestrado, FAU/USP, São Paulo, 1987.

## **Publicações (Artigos/ Notas de Aula):**

ABDALLA, José Gustavo F. *Quadro de classificação da produção de sistemas construtivos em três momentos da industrialização das construções*. In: *Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC95*. Rio de Janeiro, 1995.

BALTAZAR, Ana Paula & RHODES, Steven. *Multimídia Interativa: Uma Ferramenta para Auto-Construção*. In: *Seminário Nacional sobre Desenvolvimento Tecnológico dos Pré- Moldados e Autoconstrução*. Anais, USP/NUTAU, São Paulo, 1995.

BELHOT, Renato V. *Conceitos e Desenvolvimento de Sistemas Especialistas*. Publicação 063/93, EESC/USP, São Carlos-SP, 1993.

BOBROFF, Jacotte. *A construção na França: novos modelos de organização e redefinição das competências dos trabalhadores*. In: *Anais do 1º Encontro Internacional de Engenharia Civil do SINDUSCON - SP*. São Paulo, outubro de 1989.

DUARTE, José P. *Sistemas Inteligentes da CAD na Concepção de Habitação de Massas Personalizada com Base em Sistemas Modulares*. In: *Seminário Nacional sobre Desenvolvimento Tecnológico dos Pré- Moldados e Autoconstrução*. Anais, USP/NUTAU, São Paulo, 1995.

FARIA, Márcio S. *Implantação de Tecnologia em Empresa do Setor Habitacional*. In: *Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 93*. São Paulo, 1993, vol. 1, p.317.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A. *Diagnóstico Nacional da Indústria da Construção Civil: Estágio de Desenvolvimento Tecnológico*. Relatório no 18.744 para a Fundação João Pinheiro. IPT, São Paulo, 1983.

KOWALTOWSKI, Dóris C.C. K. & RUSCHEL, Regina C. *O Uso de CAD na Avaliação e no Suporte Técnico à Autoconstrução*. In: *Seminário Nacional sobre Desenvolvimento Tecnológico dos Pré- Moldados e Autoconstrução*. Anais, USP/NUTAU, São Paulo, 1995.

MARTUCCI, Ricardo. *Computação Gráfica e Multimídia no Ensino de Arquitetura e Urbanismo*. In: *CICOMGRAF-93. Congresso Internacional de Computação Gráfica*, São Paulo, 1993.

MELHADO, Sílvio B. & AGOPYAN, Vahan. *O Conceito de Projeto na Construção de Edifícios: Diretrizes para sua Elaboração e Controle*. *Boletim Técnico - BT/PCC/139*, EPUSP, São Paulo, 1995.

- MONARD, Maria.C. & RODRIGUES, Solange. R. **Sistemas Baseados em Conhecimento Conceitos Fundamentais e Aplicações**. Notas do ICMSC/USP, trabalho realizado com auxílio da FAPESP e CNPq. São Carlos, SP, 1993.
- PICCHI, Flávio A.; AGOPYAN, V. **Sistemas de Qualidade na Construção de Edifícios**. Boletim Técnico da EPUSP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/104, São Paulo, 1993.
- SERRA, Geraldo G. **Multimídia aplicada à Avaliação do Desempenho dos Edifícios**. In: **Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC-93**. São Paulo, 1993.

### **Artigos/Trabalhos Não Publicados:**

- ALVES, Manoel R. **Algumas Notas sobre Compugrafia e Arquitetura (Não Publicado)**. Palestra ministrada na disciplina de IT:I(T)C&D. EESC/USP. Novembro, 1995.
- CAMARGO, A. e SOUSA, M. S. L. **Inovações Tecnológicas: Informática (Tele) Comunicações e Design**. Disciplina de Industrialização das Construções II, EESC-USP, Notas de aula, da 1994.
- CAMARGO, Azael. **"Informática na Cultura Contemporânea"** (palestra realizada na disciplina de humanidade da EESC-USP), São Carlos 1992.
- CHAPUIS, Florência & NAVEIRO, Ricardo M. **Padrões de Implantação do CAD no setor de Projetos de Arquitetura**. Texto referente ao resumo publicado nos **Anais do ENTAC-95**, Rio de Janeiro, Novembro de 1995.
- SOUSA, Marcelo S. de L. **Hipermídia: Asas Para a Mente (Não Publicado)**. ICMSC-USP, São Carlos, SP, 1991.
- LARANJEIRAS, Antônio C. R. **Novos Caminhos da Engenharia Estrutural**. Conferência proferida no II mb Software Forum Alemanha/Brasil. Salvador, Abril de 1996.
- TRAINA, Agma J. M.; OLIVEIRA Maria C.F. **Introdução à Computação Gráfica (Não Publicado)**. Apostila Nº 1. ICMS/USP, São Carlos, 1994.
- MARTUCCI, Ricardo. **Banco de Informações sobre Materiais Relacionados com Engenharia e Arquitetura-uma Proposta Inicial**. Publicação da EESC/USP, 1984.
- FERREIRA, Denis M. **Multimídia (Definições, Hardware e Aplicações) para Concepção de uma Estação Padrão para Fins Institucionais dentro da Holding**. Monografia (Estágio Supervisionado) do ICMSC-USP, São Carlos, 1993.

## Artigos extraídos de Publicações Periódicas:

- A CORPORAÇÃO SEM PAREDES. In: *Informática Exame Especial*. São Paulo, setembro de 1995.
- A SUA PRÓXIMA ESTAÇÃO. In: *Informática Exame Especial*, São Paulo, Maio de 1994.
- A TEIA DIGITAL DA CORPORAÇÃO. In: *Informática Exame Especial*. São Paulo, setembro de 1995.
- AIAONLINE Offers New Services. In: *Architecture*, v. 83, Agosto, 1994, p. 115.
- AMINMANSOUR, Abbas. Can Interactive Multimedia Technology Help The Construction Industry? In: *Concrete Internacional*, v. 16 n. 12, Dezembro, 1994, p. 30-31.
- ANDERSON, Jonh S. Piggyback Tunnels. In: *Civil Engineering*, v. 65 n. 06, Junho, 1995, p. 49-54.
- ARMOR, R. et alt. Integrating Design Tools for Total Building Evaluation. In: *Building and Environment*, v. 28 n. 4, 1993, p. 475-482.
- ATLAS Multimídia Vai Mostrar o Vale do Paraíba. In: *Revista PROJETO*, n°175, junho, 1994, p. 24.
- AUSTIN, Teresa. Engineering: a Place in Cyberspace. In: *Civil Engineering*, v. 65 n. 06, Junho, 1995, p. 40-44.
- AUTOCAD's New Release. In: *The Architect's Journal*, v. 200, Outubro 27, 1994, p. 59.
- BARRIE, Evans. Tailor-Made Information. In: *The Architect's Journal*, v. 201, Maio 18, 1995, p. 43.
- BEAUBOIS, Terry A. & NEWBY, Kris. Macintosh & Architecture: Computer Aided Practice. In: *Architectural Record*, v. 183, Maio, 1995, A1-A30.
- BENZ, Stephen M. What Do Project Managers Need to Know about CADD? In: *Journal of Management in Engineering*, v.11n.1 Janeiro-Fevereiro, 1995, p. 22-25.
- BONE, Sylvester & LORING, Jonh. How to Be a Planning Supervisor. In: *The Architect's Journal*, v. 200, Julho 13, 1994, p. 34-36.
- BONFIM, Gustavo A. Informática: a Tecnologia Irreversível. In: *Design & Interiores*. Março, 1990.
- BORYSLAWSKI, Mieczyslaw et alt. Macintosh & Architects: Computer Aided Practice. In: *Architectural Record*, v. 182, Outubro, 1994, p. A1-A20.
- BRANDOM, P.S. & WATSON, I. D. Professional Involvement in Development of Expert Systems for Construction Industry. In: *Journal of Computing in Civil Engineering*. V. 8 n. 4, Outubro, 1994, p. 507-518.



- BREUER, James & FISCHER, Martin. Managerial Aspects of Information-Technology Strategies for A/E/C Firms. In: *Journal of Management in Engineering*, v.10 n.4 Julho-Agosto, 1994, p. 52-59.
- BUGLIARELLO, George. Ideal of Civil Engineering. In: *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, v. 120 n. 3, Julho, 1994. p. 290-294.
- CALAVERA, José. Fora de Controle. In: *Téchne - Revista de Tecnologia da Construção*. Ano 1, Nº 6, Ed. PINI, São Paulo, setembro/outubro, 1993, p. 28.
- CARPENTER, Jot D. Your Computer Purchase: Some Recommendations. In: *Landscape Architecture*, v. 84, Agosto, 1994, p. 28-31.
- CAVAGLIÁ, Gianfranco. Os Ritmos da Tecnologia. In: *Téchne, Revista de Tecnologia da Construção*, p.12. Ed. Pini, São Paulo, Março/Abril de 1994.
- CHARLIES, Curtis B. & BROWN, Karen M. Is 3D Imaging The Way CAD Is Going? In: *Architectural Record*, v. 182, Outubro, 1994, p. 54-55.
- CHASLIN, François. O engenheiro e seus esqueletos. In: *Revista PROJETO*, p. 36. ARCO editorial Ltda. São Paulo, Julho de 1995.
- CRUZ, Ana C. Novos Prédios Trazem Avanços Tecnológicos. In: *O Estado de São Paulo*, p. I-2. 13 de janeiro de 1996.
- DAVE, Bharat & SCHMITT, Gerhard. Information Systems for Spatial Data. In: *Automation in Construction*, v.4 n.1 Março, 1995, p. 17-28.
- DE LA GARZA, et alt. Using Design Intent for Interpreting Brand-Name-or-Equal Specifications. In: *Journal of Computing in Civil Engineering*. V. 9 n. 1, Janeiro, 1995, p. 43-56.
- DE LA GARZA, Jesus M. et alt. Value of Concurrent Engineering for A/E/C industry. In: *Journal of Management in Engineering*, v.10 n.3 Maio-Junho, 1994, p. 46-55.
- DRUCKREY, Timothy et alt. Critical Art/Interactive Art/Virtual Art: Rethinking Computer Art. In: *SIGGRAPH 93*. Califórnia, Agosto, 1993.
- EISENMAN, Peter. Visões que se desdobram: a Arquitetura na Época da Mídia Eletrônica. In: *Revista Domus*, nº 734, Janeiro, 1992.
- EVANS, Barrie. Low-Cost CAD Software Takes Off. In: *The Architect's Journal*, v. 199, Fevereiro 16, 1994, p. 27-29.
- FALLON, Kristine K. A Firm Evolves with Technology. In: *Architectural Record*, v. 182, Novembro, 1994, p. 38-39.
- FISCHER, Martin & KUNZ, Jonh. The Circle: Architecture for Integrating Software. In: *Journal of Computing in Civil Engineering*. V. 9 n. 2, Abril, 1995, p. 122-133.
- FORD, S. et alt. Information Engineering Approach to Modelling Building Design. In: *Automation in Construction*, v.4 n.1 Março, 1995, p. 5-15.

- GATES, Bill. "A Multimídia veio para ficar". In: *Informática Exame Especial*, São Paulo, Maio de 1994, p. 85.
- GOLDMAN, Glenn et al. *Computer Graphics and Architectural Design*. In: *Computer Graphics*. Volume 25, Nº 3, Julho, 1991.
- GOLDSTAEIN, Harry. Is Visual Reality for Real? In: *Civil Engineering*, v. 65 n. 06, Junho, 1995, p. 45-48.
- GOMES, Nelson dos S. *Informática e Produtividade*. In: *Revista Construção*. Nº 2472, São Paulo, Junho de 1995, p. 24.
- GRABOWSKI, Ralph. Finding a Needle in The On-Line Haystack (Architects and Bulletin-Board Services). In: *Architectural Record*, v. 183, Março, 1995, p. 40-41.
- GUTTMAN, Mario. The Productivity Mystique-Part one: How CAD is Changing The Role of Architectural Drafting. In: *CADalyst*. Junho, 1992.
- GUZMÁN, Ricardo R. A Evolução Prática e Necessária. In: *Revista Construção*. Nº 2487, São Paulo, Outubro, 1995, p. 16.
- GUZMÁN, Ricardo R. Num Mundo em Cores. In: *Revista Construção*. Nº 2465, Ed. PINI, São Paulo, Maio de 1995, pp. 12-13.
- HANCOCK, Marion. My Computers. In: *The Architect's Journal*, v. 200, Outubro 13, 1994, p. 74.
- HANCOCK, Marion. My Computing. In: *The Architect's Journal*, v. 199, Maio 18, 1994, p. 50.
- HOFFMAN, Nicholas Von. AD Wired: Morphing into Multimedia. In: *Architectural Digest*, v. 51, Agosto, 1994, pg. 42-45.
- HOTCH, Ripley. Matching Computers to Practice. In: *Architecture*, v. 84, Junho, 1995, p. 141-143.
- HOWARD, Rob. Software Quality Assurance (For The Construction Industry). In: *RIBA Journal*, v. 101, Junho, 1994, p. 61-62.
- INFORMÁTICA Dinamiza Ensino na FAU/Moji. In: *Revista PROJETO*, nº 163, Maio, 1993, p. 73 e 74.
- INTEGRATING 3D and 2D CAD. In: *The Architect's Journal*, v. 199, Junho 15, 1994, p. 29.
- KÄHKÖNEN, K.E.E. Interactive Decision Support System for Building Construction Scheduling. In: *Journal of Computing in Civil Engineering*. V. 8 n. 4, Outubro, 1994, p. 519-535.
- KALISPERIS, Loukas N. & GRONINGER, Randal L. CADD Utilization in The Architectural Design Process: Implications for Computer Integration in Practice. In: *Journal of Architectural and Planning Research*, v. 11 n.2 (Verão), 1994, p. 137-148.
- LANG, Laura. Technology Fusion- Commercial Translators and Interface Programs Unite CAD and Gis data. In: *Computer Graphics World*. Março, 1992.

- LECUYER, Annette. Designs on the Computer (Radically Different Approaches Employed by Two Firms). In: *The Architectural Review*, v. 197, Janeiro, 1995, p. 76-79.
- LEWINTER, René et al. Design, Creativity & Process. In: *Computer Graphics*. Volume 26, Nº 2, Julho, 1992.
- LIMA, Helder. Informática-Onipotência sem Máscara. In: *Revista CONSTRUÇÃO*. Editora PINI, Nº 2467, Maio 22, 1995.
- LUTTON, Linley. HIPEREX- A Generic Expert System to Assist Architects in the Design of Routine Building Types. In: *Building and Environment*, v. 30 n. 2, 1995, p. 165-180.
- MACLEOD, Douglas. Information Networks. In: *Architecture*, v. 84, Janeiro, 1995, p. 121-124.
- MACLEOD, Douglas. New Chips Empower CAD. In: *Architecture*, v. 83, Novembro, 1994, p. 145-147.
- MACLEOD, Douglas. Wiring The Academy. In: *Architecture*, v. 84, Fevereiro, 1995, p. 133-137.
- McDONALD, Susan. Tying up the Artery. In: *Civil Engineering*, v. 63 n. 11, Novembro, 1993, p. 62-64.
- MEDEIROS, Ítalo C. Informática, nova ferramenta da engenharia e arquitetura. In: *Revista do Estudante, Publicação do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo*, nº 01, abril, 1993.
- MISSÕES Jesuíticas Renascem nas Telas dos Computadores. In: *Revista PROJETO*. Arco Editorial, nº 166, Agosto, 1993, p. 82 a 85.
- MULLENS, Michael A. et al. The role of objected oriented CAD in a generic simulator for the industrialized housing industry. In: *Automation in Construction*, v.4 n.1 Março, 1995, p. 29-43.
- NEELEY, Dennis. Freeing the Information Logiam. In: *Architectural Record*, v. 182, Março, 1994, p. 36-39.
- NICHOLSON, Paul. Whole Project Computing. In: *Architect's Journal*, v. 200, Dezembro 1, 1994, p. 39-41.
- NOVITSKI, B. J. A/E/C Show Forecasts New Computer Networks. In: *Architecture*, v. 83, Agosto, 1994, p. 117.
- NOVITSKI, B. J. Computer Show Stars System Integration. In: *Architecture*, v. 82, Agosto, 1993, p. 91.
- NOVITSKI, B. J. Energy Design Software. In: *Architecture*, v. 82, Junho, 1994, p. 125-127.
- NOVITSKI, B. J. Freedom of Form. In: *Architecture*, v. 83, Agosto, 1994, p. 107-111.
- NOVITSKI, B. J. From Drawing Board to CAD. In: *Architecture*, v. 83, Abril, 1994, p. 127-129.

- NOVITSKI, B. J. Linking up the Building Team. In: *Architecture*, v. 83, Setembro, 1994, p. 129-131.
- NOVITSKI, B. J. New Frontiers in CAD (Recent Software Development Closely Simulate How Architects Really Design). In: *Architecture*, v. 81, Janeiro, 1992, p. 103-105.
- NOVITSKI, B. J. New Roles for Multimedia. In: *Architecture*, v. 83, Maio, 1994, p. 165-167.
- NOVITSKI, B. J. Plot Lines (Speed and Flexibility mark Recent Progress in Output Devices). In: *Architecture*, v. 80, Agosto, 1991, p. 113-115.
- NOVITSKI, B. J. Software for Rendering. In: *Architecture*, v. 82, Julho, 1993, p. 119-122.
- NOVITSKI, B. J. Start Small with CAD. In: *Architecture*, v. 83, Dezembro, 1994, p. 117-119.
- NOVITSKI, B. J. Virtual Reality for Architects. In: *Architecture*, v. 83, Outubro, 1994, p. 121-125.
- PAIVA, Cida & PINTO, Vanda F. Caderno Especial de Informática. In: *Revista PROJETO*, Arco Editorial, março, n° 161, 1993.
- PALMER, James F. & BUHMANN, Eric. A Status Report on Computers. In: *Landscape Architecture*, v. 84, Julho, 1994, p. 54-55.
- PLANEJAMENTO e Marketing Informatizados. In: *Revista PROJETO*. Arco Editorial, n° 169, Novembro, 1993, p. 63 e 64.
- RABENECK, Andrew et al. Housing Flexibility/Adaptability? In: *Architectural Design*, v. XLIX, Fevereiro, 1974.
- RABENECK, Andrew et al. Housing Flexibility? In: *Architectural Design*, v. XLIII, Novembro, 1973.
- RAMALHO, José A. Para Apoiar a Decisão. In: *Informática Exame Especial*, São Paulo, setembro de 1995, p. 45.
- RETIK, Arkady & WARSZAWSKI, Abraham. Automated design of Prefabricated Building. In: *Building and Environment*, v. 29 n. 4, 1994, p. 421-436.
- RIFKIN, Jeremy. "Era da Informação enterra sonho de paraíso". In: *O Estado de São Paulo*, p. D5. São Paulo, 14 de Janeiro de 1996.
- ROSS, Steven S. "Virtual Office" Is Set to Lure Architects into 21st Century. In: *Architectural Record*, v. 182, Outubro, 1994, p. 56-59.
- ROSS, Steven S. AutoCad add-ons: Specialized vs Do-Everything (2 program review). In: *Architectural Record*, v. 183, Abril, 1994, p. 34-35.
- ROSS, Steven S. Bentley Adds Steam to The Drafting Engine; AutoDesk Poised to Follow. In: *Architectural Record*, v. 183, Maio, 1995, p. 44-45.
- ROSS, Steven S. Book Review: The CAD Rating Guide. In: *Architectural Record*, v. 182, Junho, 1994, p. 25.

- ROSS, Steven S. Inexpensive Animation Lets You Walk Around-or Fly to- a Model (Interactive 3D Modeling for Architects; 2 program reviews). In: *Architectural Record*, v. 183, Março, 1995, p. 42-43.
- ROSS, Steven S. Inexpensive Software for Production. In: *Architectural Record*, v. 182, Setembro, 1994, p. 34-35.
- ROSS, Steven S. Loose ends Left at A/E/C Systems'94. In: *Architectural Record*, v. 182, Agosto, 1994, p. 30-37.
- ROSS, Steven S. Low-Priced and Full-Featured CAD Packages With Long Lineages. In: *Architectural Record*, v. 182, Novembro, 1994, p. 40-42.
- ROSS, Steven S. Made for Multiple Platforms. In: *Architectural Record*, v. 182, Fevereiro, 1994, p. 32-33.
- ROSS, Steven S. New Releases of Popular CAD Software Add Power But Hog Resources. In: *Architectural Record*, v. 183, Janeiro, 1995, p. 36-39.
- ROSS, Steven S. Revolution in Color Output. In: *Architectural Record*, v. 182, Maio, 1994, p. 36-39.
- ROSS, Susan S. CAD cum Database: High-End Macintosh and Windows CAD (2 program review). In: *Architectural Record*, v. 183, Junho, 1995, p. 44-45.
- RUKIN, Jonh & CLOUGH, Ashley. Computers in Practice (How Differing Firms Meet Information Technology Needs). In: *RIBA Journal*, v. 101, Agosto, 1994, p. 44-45.
- RUSSEL, James S. Eletronic Persuasion: Computer Delineation Awards (Computer Graphics for Architecture). In: *Architectural Record*, v. 183, Maio, 1995, p. 36-43.
- RUSSEL, James S. The Computer As Presentation Tool. In: *Architectural Record*, v. 182, Junho, 1994, p. 42-47.
- SALOMON, Nancy B. Green Software. In: *Architecture*, v. 84, Julho, 1995, p. 131-135.
- SCHARAGE, Michael. As Regras da Colaboração. In: *Informática Exame Especial* (artigo extraído da Revista FORBES), São Paulo, Setembro, 1995, pp. 70-72.
- SHAY, Don. Prêmios e Castigos do Trabalho em Grupo. In: *Informática Exame Especial*. São Paulo, Setembro, 1995.
- SCHMITT, Carin. (Sem Título). In: *Téchne, Revista de Tecnologia da Construção*, p. 30. Ed. Pini, São Paulo, Março/Abril de 1994.
- SUPLEMENTO TÉCNICO EXPO/CAD/CAM. In: *Revista PROJETO*. Arco Editorial, Nº 185. São Paulo, maio, 1995.
- TRASSATI, Sidney R. Entrevista concedida a SOUZA, Maria T. de. Caem as divisórias no ambiente de trabalho. In: *O Estado de São Paulo*, p. J-1, caderno de empregos, 14 de Janeiro de 1996.
- TEAM Document Management. In: *The Architect's Journal*, v. 200, Outubro 13, 1994, p. 64.

- THORPE, A. et al. Multimedia Communications in Construction. In: *Proceedings of the Institution of Civil Engineering*. V.108 n.1 Fevereiro, 1995, p. 12-16.
- VANEGAS, Jorge A. & BAKER, Nelson C. Multimedia in Civil Engineering. In: *Civil Engineering*, v. 64 n. 5, Maio, 1994, p. 71-73.
- VANNUCCHI, Gianfranco & KÖNIGSBERGER, Jorge A. A Sabedoria da Prática. In: *Revista CONSTRUÇÃO*. Ed. Pini, vol. 44, Nº 2259, Maio, 1991, p. 14.
- VANUCCI, Gianfranco. Que Projeto? In: *Revista CONSTRUÇÃO*, p. 15. Editora PINI, São Paulo, Maio 22/1995.
- VARGHESE, K. & O'CONNOR, J.T. Routing Large Vehicles on Industrial Construction Sites. In: *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 121 n.1, Março 1995, p. 1-12.
- VIRTUALLY New Castle Quayside. In: *The Architect's Journal*, v. 200, Julho 6, 1994, p. 26.
- XAVIER, Ricardo A. P. e FRANCIATTO, Claudir. <sup>Mão de obra</sup> sem preparo está com os dias contados. In: *O Estado de São Paulo*, p. D3. São Paulo, 14 de janeiro de 1996.
- ZEIN, Ruth V. Abrindo espaço para o século 21. In: *Revista PROJETO*, p. 41. ARCO editorial Ltda. São Paulo, Abril de 1995.
- ZILVETI, Marijô. "Explode o uso da Internet no Brasil". In: *Folha de São Paulo*, 5º caderno, p. 5-1, São Paulo, 22 de maio de 1996.

**GLOSSÁRIO**

# GLOSSÁRIO

## APLICATIVOS

Programas que complementam um software de CAD de uso genérico, adequando-o a uma disciplina específica como a arquitetura, por exemplo.

## ARCHIE

Serviço de pesquisa de arquivos nos bancos de dados de milhares de repositórios para *FTP*.

## BACKBONE

Linhas base de conexão de alta velocidade dentro de uma rede, que, por sua vez, se conectam às linhas de menor velocidade.

## BIT

Contração da expressão binary digit (dígito binário). Refere-se à menor unidade de informação que pode ser tratada pelo computador. Representa a ausência (0) ou a presença (1) de corrente elétrica nos circuitos do computador. Termo cunhado por John Tukey para indicar uma variável que só pode assumir os valores zero e um.

## BYTE

Contração da expressão binary term (termo binário). Um byte contém oito bits e pode representar 256 valores diferentes entre 0 e 255. Por exemplo: o byte 01011011 representa o número inteiro 91. Para representar números maiores o computador emprega conjuntos de dois, quatro ou oito bytes. O tamanho da memória de um computador é expresso em bytes. Mil bytes são chamados de kilobyte, Kbyte ou simplesmente K. Um milhão de bytes são chamados megabyte, mega ou M, etc.

## CAD

Sigla para Computer Aided Design (projeto assistido por computador) ou Computer Aided Drafting (desenho assistido por computador). Os softwares de CAD podem ser de uso genérico, ou orientados para uma disciplina específica como mecânica, eletrônica ou arquitetura.

## CD-R

CD que permite gravação. Os sistemas CD-R normalmente conseguem ler programas em CD-ROM e os CDs gravados neles também podem ser lidos em CD-ROM comum. Atualmente estes sistemas ainda são relativamente caros.

## CD-ROM

O Compact Disc (memória só para leitura), é amplamente utilizado para armazenar informações. Os discos, lidos por ótica laser, podem conter cerca de 600 Mbytes de dados, enquanto os disquetes podem conter qualquer coisa entre alguns Kbytes e mais de 1 (um) Mbyte.

## CHAVES

Atributo ou conjunto de atributos que identificam uma entidade ou relação (Banco de dados)

## CHIP

Nome genérico de pastilhas com circuitos eletrônicos. É mais usado para indicar o microprocessador (cérebro do computador). O padrão de velocidade está rumando para 200 MHz. Alguns chips atuais possuem 5,1 milhões de transistores.

## CIBERESPAÇO

Mundo Virtual, onde transitam as mais diferentes formas de informações.

## CLONES

Termo empregado para designar os microcomputadores compatíveis com IBM PC.

## COMPUGRAFIA

O termo compugrafia (à semelhança de fotografia ou tipografia) surgiu nos meios acadêmicos como a denominação mais adequada em português para a área que trata da geração e da manipulação de desenhos e imagens por meio de computadores. A expressão "Computação Gráfica" é uma tradução incorreta do termo inglês "Computer Graphics" (gráficos de computador).



## CONFIGURAÇÃO

Palavra que designa uma determinada combinação de componentes de hardware e de software. Por exemplo, para que um sistema de CAD funcione sem problemas é necessário configurar corretamente o software de acordo com o hardware empregado. Em outras palavras, é preciso informar ao programa quais os dispositivos (controladores de vídeo, impressoras, plotters, etc.) que estão conectados ao computador.

## CONTROLADOR DE VÍDEO

O controlador de vídeo é o conjunto de circuitos responsáveis pela apresentação de imagens na tela do computador. Existe uma infinidade de opções de controladores disponíveis para microcomputadores com diferentes resoluções (número de pontos ou pixels), número de cores disponíveis e velocidade de redesenho.

## CORREIO ELETRÔNICO (E-MAIL)

Correspondência que se pode enviar e receber diretamente pelo computador.

## CPU

Sigla para a unidade central de processamento (Central Processing Unit). É o conjunto de circuitos que realizam as operações lógicas e aritméticas no computador. Nos micros a CPU está contida num único chip chamado de microprocessador. A capacidade da CPU é expressa pelo número de bits que são manipulados de uma única vez a cada instrução e pelo número de ciclos executados por segundo. Por exemplo, o microprocessador Intel 486DX100 é uma CPU de 32 bits que opera a 100 MHz. A CPU pode ser complementada pela FPU (floating point unit), unidade que realiza os cálculos matemáticos em ponto flutuante (números reais), também conhecida como *co-processador aritmético*. O desempenho das CPUs e FPUs é medido em mips (milhões de instruções por segundo) e MFLOPS (milhões de operações de ponto flutuante por segundo).

## CRIPTOGRAFAR (ENCRIPTAR)

Criptografar um arquivo significa convertê-lo num código secreto, para que as informações nele contidas não possam ser utilizadas ou lidas até serem decodificadas.

## DATASHOW

Dispositivo de visualização que acoplado a um retroprojeter, permite a visualização das imagens observadas no monitor em forma de projeção. Amplamente utilizado em apresentações para um número maior de pessoas.

## DISCO FIXO

Unidade de disco magnético não removível freqüentemente denominada de *disco rígido* ou *winchester*. A capacidade de armazenamento de um disco fixo é expressa em Megabytes (milhões de bytes) ou Gigabytes (bilhões de bytes).

## DNS (DOMAIN NAME SYSTEM)

Método utilizado para converter os nomes Internet nos seus respectivos números.

## DOS (MS-DOS)

Sigla para Disk Operation System. Sistema Operacional desenvolvido pela empresa Microsoft em 1980 para uso em micros compatíveis com o padrão IBM PC.

## DOT PITCH

É a menor distância entre dois pontos da mesma cor exibidos na tela. Quanto menor for o dot pitch melhor será a resolução do monitor. Monitores de alta resolução possuem dot pitch de 0,28mm ou 0,27mm.

## DRIVE

Leitor de Disquetes ou de CD (floppy drive ou drive de CD-ROM)

## DRIVER

Programa escrito para efetuar o controle de cada dispositivo de hardware ou de outra rotina de software.

## ENTIDADES GRÁFICAS

Nos softwares de CAD genéricos os desenhos são construídos com entidades geométricas simples como linhas, arcos, círculos, polígonos, sólidos, etc. Nos softwares de CAD específicos para Arquitetura trabalha-se com entidades construtivas como paredes, lajes, vigas, vãos, escadas, etc.

## FTP (FILE TRANSFER PROTOCOL)

Protocolo de transferência de arquivos. Ferramenta que permite transferir arquivos e programas de uma máquina remota para a sua e vice-versa na Internet.

## FLOPPY

O mesmo que disquete.

## FULL-MOTION

Termo que define filmes digitais reproduzidos em pleno movimento (30 quadros por segundo) no computador.

## GUI

Sigla para Graphical User Interface (interface gráfica com o usuário). A tendência moderna dos softwares é trabalhar com uma interface totalmente gráfica. Em vez de memorizar comandos alfanuméricos, o usuário escolhe a ação desejada num menu de ícones. A interface considerada ideal para o futuro envolve equipamentos com telas maiores, com melhor qualidade de som, programas com painéis gráficos de comando mais fácil, compreensão de linguagem verbais e não verbais.

## HARD DISK

Disco rígido, em português. Dispositivo que armazena informações gravadas.

## HIPERLINK

Nas páginas da Web, quando aparecem palavras em destaque, pode-se clicar nelas e navegar pelos serviços e servidores.

## HIPERMÍDIA

Termo que descreve aplicações de multimídia interativas e não sequenciais que possuem ligações de hipertexto entre diversos elementos como texto, gráficos, ilustrações, sons, vídeos e animações.

## HIPERTEXTO

Em vez de um estrutura linear, o hipertexto é uma cadeia de informações sem sequência, ligadas de maneira criativa. Lógica parecida a uma pesquisa de sinônimos em um dicionário, em que significados remetem a outros significados indefinidamente.

## HOME-PAGE

Página inicial de qualquer endereço eletrônico com conexão, ou hiperlinks, para outros servidores da Internet ou ainda para entradas de hipertexto.

## ÍCONES

Symbolizam graficamente na tela do computador uma determinada ação ou comando.

## IMPRESSORA A LASER

Nestes dispositivos o processo de impressão é semelhante ao das copiadoras eletrostáticas. um feixe de raio laser varre uma chapa numa trajetória semelhante ao de um cabeçote de uma ima impressora. O bombardeio do feixe deixa a chapa carregada com uma carga eletrostática não uniforme. Por efeito da intensidade de carga, uma tinta (tonner) adere à chapa e por pressão é impregnada no papel, formando a imagem.

## IMPRESSORAS A JATO DE TINTA

Neste tipo de impressora o cabeçote transporta um pequeno bico que expela a tinta num jato curto e fino sobre o papel. É possível variar a intensidade do jato, obtendo-se assim controle sobre a densidade de impressão e algumas impressoras dispõem de vários bicos com tintas de cores diferentes, cuja mistura produz diversas tonalidades.

## IMPRESSORAS MATRICIAIS

Nessas impressoras os caracteres são impressos por intermédio de um conjunto de agulhas - um ponto é impresso quando uma agulha pressiona a fita sobre o papel. As agulhas são montadas sobre um cabeçote móvel e os diferentes caracteres são obtidos pelo acionamento conveniente das agulhas a medida que o cabeçote se movimenta.

### **IRC (INTERNET RELAY CHAT)**

SERVIÇO que permite a vários usuários se reunirem em tempo real para troca de mensagens.

### **JOYSTICK**

Alavanca que admite movimentos para frente e para trás, esquerda e direita. Dois potenciômetros são responsáveis pela detecção dos movimentos na horizontal e na vertical. O joystick é um dispositivo de baixa resolução, portanto, não é muito indicado para controlar a posição absoluta de um cursor na tela.

### **LAYERS, LEVELS**

Comandos ou níveis de um desenho de CAD com controle independente de visibilidade. Em Arquitetura costuma-se organizar o desenho em camadas específicas para cada componente ou órgão do projeto, como alvenaria, hidráulica, elétrica, revestimentos, projeções, vistas, esquadrias, equipamentos, notações, etc.

### **LIGHT PEN**

Dispositivo que funciona associado a um monitor de vídeo e que é capaz de detectar luz. É uma tecnologia considerada ultrapassada, por ser cansativa para o usuário e sujeita a falhas.

### **LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO**

Para facilitar a programação foram criadas as linguagens de alto nível, muito próximas da linguagem humana, que são traduzidas para o código de máquina de uma determinada CPU através de um programa especial denominado compilador ou interpretador. Exemplos de linguagens: Fortran, Algol, Cobol, Basic, Lisp, Pascal, C, C++, entre outras. Praticamente todos os softwares de CAD são hoje desenvolvidos em C ou C++. Muitos vêm acompanhados de algum dialeto de linguagem que permita ao usuário o desenvolvimento de rotinas ou aplicativos específicos. Exemplos: o Autolisp é um dialeto do Lisp oferecido pelo Autocad, o MDL é um dialeto do C oferecido pelo Microstation.

### **LOGIN**

O login é o nome que o usuário usa para acessar a rede. O login deve ser digitado seguido de uma senha para permitir este acesso.

### **MEMÓRIA RAM**

Sigla para Random Access Memory, memória de acesso direto ou aleatório. Quando o usuário seleciona determinado programa, este é carregado do disco para a RAM, onde é executado. A RAM é volátil, ou seja, as informações contidas nela são apagadas quando o computador é desligado ou ocorre falta de energia.

### **MEMÓRIA ROM**

Sigla para Read Only Memory, memória só para leitura. Geralmente contém os programas básicos que permitem a operação do computador, tais como leitura de teclado, geração de caracteres do monitor, controle de periféricos, etc.

### **MESA DIGITALIZADORA**

Instrumento eletromagnético na forma de uma prancheta com cursor ou caneta que permite o posicionamento de entidades gráficas no CAD. Os programas de CAD geralmente oferecem um gabarito pelo qual o usuário pode selecionar os comandos diretamente na mesa. É útil para digitação de mapas e outros desenhos.

### **MODELADOR DE SÓLIDOS**

Alguns softwares de CAD possibilitam a construção de objetos em 3D através da modelagem por sólidos básicos como prismas retangulares e trapezoidais, cilindros, cones, esferas, toros, etc., combinados através de operações booleanas de união e subtração e intersecção para a composição de modelos mais complexos. Os modelos sólidos permitem o cálculo preciso de propriedades de massa, volume e de momentos de inércia.

### **MODELADOR DE SUPERFÍCIES**

Alguns softwares de CAD possibilitam a modelagem das superfícies curvas complexas em 3D, geradas por equações polinomiais. A tecnologia conhecida por Nurbs (Non-Uniform Rational B-Splines), vem sendo largamente empregada no design de carrocerias de automóveis e noutras áreas do desenho industrial.

### **MODELADOR POLIGONAL**

Até recentemente a maioria dos softwares de CAD permitia a criação de objetos em 3D apenas por polígonos que delimitavam sua superfície. Num modelador poligonal os objetos são ocós e as superfícies curvas são aproximadas por malhas de polígonos.

### **MODELOS DE DADOS**

Um modelo de dados define um conjunto de conceitos que servem para expressar a semântica dos dados de determinada aplicação. Sua definição incorpora três aspectos básicos: o estrutural que diz respeito aos tipos de dados básicos e aos construtores para tipos compostos; o operacional que indica quais operadores são permissíveis para a manipulação dos dados (inserção, recuperação, eliminação, etc.); e aquele referente aos mecanismos para definição das restrições de consistência para capturar a semântica das aplicações em banco de dados. Os principais sistemas gerenciadores de banco de dados foram desenvolvidos tendo como base o modelo hierárquico, em rede ou o relacional.

### **MODEM**

A palavra modem foi cunhada a partir de Modulador-Demodulador, que designa o processo de transformação de bits em ondas e, depois, em bits de novo, possibilitando a comunicação remota de dados entre dois computadores através da linha telefônica comum.

### **MOUSE**

Aparelho cujo formato lembra um ratinho, que possibilita o movimento de cursor e a seleção de comandos na tela do computador sem o uso do teclado. Existem modelos mecânicos e ópticos com dois ou três botões.

### **MIDI**

Musical Instruments Digital Interface. Protocolo de Comunicação para troca de Informações entre computadores e sintetizadores musicais para produção de música.

### **MULTIMÍDIA**

Ambiente interativo que combina informações digitais em diferentes formatos (textos, tabelas, desenhos, animações, imagens coloridas, paradas e em movimento, sons, vídeos, etc.).

### **NEWSGROUPS (LISTAS DE DISCUSSÃO)**

Ferramenta que permite a troca pública de mensagens sobre os mais variados assuntos.

### **PADRÃO MPC**

Muitos pacotes de software já incluem um padrão MPC entre os requisitos do sistema. Esses padrões detalhados, estabelecidos por meio de discussões e debates abrangendo toda a indústria, definem requisitos e recomendações sobre o que um PC multimídia deve incluir.

### **PC**

Sigla de Personal Computer (computador de uso pessoal). Nome adotado pela IBM quando introduziu no mercado seu primeiro microcomputador em 1980.

### **PCMCIA**

A PCMCIA (Associação Internacional de Cartões de Memória para Computadores Pessoais) lançou um conjunto de padrões para os artefatos do tamanho de um cartão de crédito, chamados de cartões PCMCIA, que acrescentam memória ou funções periféricas a sistemas portáteis e de mesa. Alguns exemplos de periféricos que podem ser acrescentados por meio de cartões PCMCIA são memória, modem e placa de rede.

## PIXEL

Do inglês Picture Element. Termo usado para designar os pontos individuais que juntos, formam uma imagem na tela do computador.

## PLOTTER

Equipamento eletromecânico utilizado para reproduzir no papel os desenhos criados com o CAD. Os plotters vetoriais produzem desenhos através da combinação dos movimentos nos eixos horizontal e vertical, levantando e abaixando a pena conforme instruídos pelo computador. Pode-se utilizar penas de ponta porosa, esferográficas ou de nanquim. Alguns modelos permitem o uso do grafite.

## PLOTTER A JATO DE TINTA

Fusão das tecnologias de impressora e plotter que tem como mercado-alvo as empresas que necessitam de desenhos grandes, quase sempre com alta qualidade de impressão, qualidade de foto.

## PROCESSADORES DE MÍDIA

Novos tipos de chips que substituirão placas de expansão, fornecendo todas as funções multimídia e trabalhando lado a lado com a CPU.

## PROCESSO EM BACKGROUND

Os sistemas operacionais multitarefa, como o *Unix*, permitem que o usuário trabalhe num desenho na tela do computador, enquanto outro programa realiza uma tarefa não interativa, como por exemplo, o processamento de um rendering.

## RENDERING

Termo em inglês que significa ilustração. Em computação é empregado para designar o processo de geração de imagens sombreadas a partir dos modelos em 3D criados com o CAD. Os softwares de rendering mais sofisticados possibilitam a simulação de materiais, texturas, transparências, sombras e reflexos, emprestando à imagem um realismo quase fotográfico.

Scanner - Dispositivo dotado de sensores ópticos empregado para digitalizar

fotografias ou desenhos. Existem vários modelos, coloridos ou monocromáticos, com tamanhos entre A4 e A10. No caso de textos, o programa de reconhecimento ótico de caracteres (OCR) converte as letras de imagens gráficas para texto, para que possam ser trabalhadas. As imagens são armazenadas em formato raster (pontos) e poderão ser vetorizadas mediante um programa especial. A vetorização é um método caro e demorado. Alternativamente existem aplicativos que permitem a utilização híbrida de desenhos vetoriais e raster dentro do CAD.

## SERVIDOR

Numa rede, é um computador que administra e fornece programas e informações para outros computadores.

## SISTEMA OPERACIONAL

Conjunto de programas básicos cuja função é gerenciar o armazenamento de dados, as operações de entrada e saída de dados e a utilização da memória do computador. Exemplos: MS-DOS, OS/2, Unix, etc.

## SISTEMA OPERACIONAL

Software especial, essencialmente responsável pelo processamento dos programas; assegura por exemplo, que recursos físicos apropriados do sistema estejam disponíveis quando necessários, que recursos de software sejam fornecidos em função do tipo e do tempo de uso dos recursos do sistema. O sistema operacional cria um ambiente onde os usuários podem preparar seus programas e executá-los sem se preocuparem primordialmente com detalhes de hardware.

## SITE

No mundo virtual, é um lugar cuja porta de entrada é sempre sua home page.

## TCP/IP

*Transmission Control Protocol /Internet Protocol* são os protocolos que definem padrões para permitir que as diferentes máquinas ligadas à Internet se comuniquem entre si.

## TECLADO

O teclado alfanumérico é o recurso mais utilizado na comunicação entre usuário e máquina, permitindo a entrada de textos e dados numéricos. Um teclado alfanumérico estendido inclui teclas adicionais para a seleção de alternativas em menus ou para o disparo de funções específicas. Teclas de movimento de cursor podem ser usadas para seleção de coordenadas de um ponto em uma tela gráfica.

## TELNET

Ferramenta utilizada para estabelecer comunicação com outras máquinas em outros lugares. Quando é estabelecida a conexão via Telnet, o usuário está no computador remoto, ou seja, como se estivesse usando o computador no lugar onde ele está instalado.

## TERMINAIS DE VÍDEO CRT

Antigos dispositivos de visualização, constituído de um CRT (Cathode Ray Tube) do tipo usado em osciloscópios. Um CRT consiste de uma superfície de exibição, quase plana, recoberta inteiramente de material a base de fósforo, um canhão emissor de elétrons e um sistema de deflexão. As desvantagens destes terminais eram o efeito de *flickering* e a memória limitada, que inviabilizava a descrição de imagens com detalhes complexos.

## TERMINAIS DE VÍDEO DE VARREDURA.

Tecnologia utilizada atualmente na grande maioria dos terminais de vídeo gráficos, similar a dos aparelhos de TV. Um terminal gráfico simples requer: uma memória digital (ou frame buffer), o monitor e um controlador de vídeo. Para gerar a imagem, utiliza-se a técnica conhecida com raster scanning (varredura ou rastreio), que é a mesma utilizada na geração de imagens de TV.

## TERMINAIS DE VÍDEO CRT COM MEMÓRIA

O CRT com memória é um tubo especial que se comporta como se fosse de altíssima persistência.

## WORKSTATION

As workstations (estações de trabalho) são computadores de alta performance dedicados especificamente a aplicações gráficas como CAD, visualização e animação. Geralmente utilizam o sistema operacional Unix, que é multitarefa e vem dotado de aceleradores gráficos e monitores de alta definição. Alguns fabricantes de workstations: Digital, HP, IBM, Intergraph, Silicon Graphics e Sun.

## WORLD WIDE WEB (WWW OU W3)

Literalmente, teia de alcance mundial. Serviço que oferece acesso, através de hiperlinks, a um espaço multimídia da Internet. A base da WWW são as conexões em hipermídia, através das quais pode-se navegar pelos assuntos de interesse