ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
Área de Concentração: Engenharia de Construção Civil e Urbana

Silvio Burrattino Melhado

**QUALIDADE DO PROJETO
NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS:
APLICAÇÃO AO CASO DAS EMPRESAS
DE INCORPORAÇÃO E CONSTRUÇÃO**

**Tese apresentada
à Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo para obtenção do título de
Doutor em Engenharia**

Orientador: Prof. Dr. VAHAN AGOPYAN

**São Paulo
agosto de 1994**

Ficha Catalográfica

Melhado, Silvio Burrattino

Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo, 1994.

294 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1. Construção civil - Qualidade 2. Engenharia - Projeto I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II. t

*A todos
que acreditam e praticam a idéia
de que as causas coletivas
estão sempre acima
dos interesses individuais.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. *VAHAN AGOPYAN*, por vários anos o orientador ideal para muitos de nós, pelo estímulo dado e pela combinação excepcional de bom senso e visão crítica.

Ao Prof. Dr. *Luiz Sérgio Franco*, principalmente por ter criado melhores condições para escrever este trabalho, mas também por somar a este apoio um intenso trabalho de coorientação.

À Eng^a *Ana Lúcia Rocha de Souza*, pela colaboração irrestrita e pelo auxílio na revisão e preparação final dos originais.

Ao Prof. Dr. *Fernando Henrique Sabbatini*, sem dúvida um dos nossos maiores exemplos como engenheiro e como professor, por proporcionar-nos as primeiras oportunidades de trabalhar o tema em pesquisas conveniadas junto a empresas de incorporação e construção.

Ao Prof. *Godofredo Augusto Campos Marques*, pelo pioneirismo no estudo da organização do processo de projeto e pelo seu entusiasmo nas discussões e nas aulas ligadas ao tema.

Aos amigos engenheiros e colegas professores *Mércia Maria Semensato Bottura de Barros*, *Racine Tadeu Araújo Prado*, *Ubiraci Espinelli Lemes de Souza* e *Francisco Ferreira Cardoso*, por suas importantes sugestões e, principalmente, pelas constantes demonstrações de amizade.

Aos colegas de pós-graduação, particularmente ao Arq. *Marco Antonio Falsi Violani*, pelas opiniões e contribuições surgidas em trabalhos conjuntos.

Aos meus professores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, que contribuíram com outros elementos para minha formação, fundamentais para o meu objetivo de compor uma visão abrangente das relações entre projeto e tecnologia.

Aos meus *alunos*, tanto os de graduação em Engenharia Civil, quanto os de cursos de atualização e especialização, que auxiliaram enriquecendo os debates conduzidos nos últimos anos dentro do tema *projeto*.

Aos *funcionários* do Departamento de Engenharia de Construção Civil desta Escola, por seu trabalho sensível, correto e eficiente no apoio à atividade de pós-graduandos e professores.

Às empresas LIX DA CUNHA Construtora e SCHAHIN CURY Engenharia e Comércio, pela cooperação no desenvolvimento e aplicação de métodos voltados à evolução do projeto de edifícios, proporcionando uma visão real e objetiva do problema.

SUMÁRIO

Lista de Figuras, i

Lista de Tabelas, iii

Lista de Abreviaturas e Siglas, iii

RESUMO

"ABSTRACT"

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificativa	1
1.2	Objetivos	6
1.3	Metodologia	7
1.4	Estruturação do Trabalho	7
2	QUALIDADE E PROJETO	9
2.1	Implantação de Programas da Qualidade	9
2.1.1	O conceito de qualidade e sua evolução	7
2.1.2	A qualidade na empresa de construção de edifícios	14
2.1.3	A qualidade e os custos na construção de edifícios	19
2.1.4	Dificuldades na implantação da qualidade	25
2.2	Importância do Projeto na Busca da Qualidade	29
2.2.1	O projeto e a ocorrência de falhas do produto	29
2.2.2	O ciclo da qualidade e o projeto	31
2.2.3	Garantia da qualidade, qualidade total e o projeto	36
2.2.4	Auditoria da qualidade e o projeto	39
2.2.5	Projeto: um produto ou um serviço?	45
2.3	Considerações Finais Sobre os Temas do Capítulo 2	48

3	O EMPREENDIMENTO DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS E O PROJETO	50
3.1	A Construção de Edifícios - Visão Histórica	50
3.1.1	O surgimento e a evolução da atividade de construir	50
3.1.2	O arquiteto, o engenheiro e o construtor	57
3.2	A Evolução do Setor de Construção de Edifícios e o Projeto	66
3.2.1	A insatisfação com a situação atual	66
3.2.2	O papel do projeto	69
3.3	O Conceito de Projeto	74
3.3.1	O significado de "projeto"	74
3.3.2	O significado do projeto no contexto do empreendimento	76
3.4	Considerações Finais Sobre os Temas do Capítulo 3	85
4	EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA, RACIONALIZAÇÃO, CONSTRUTIBILIDADE E O PROJETO DE EDIFÍCIOS	87
4.1	Importância do Projeto para o Desenvolvimento de Tecnologia	87
4.1.1	Os significados de Técnica, Ciência e Tecnologia	87
4.1.2	O desenvolvimento de tecnologia na construção de edifícios	89
4.1.3	Desenvolvimento de tecnologia construtiva para a habitação popular	92
4.2	Racionalização Construtiva Através do Projeto	106
4.2.1	Conceituação de racionalização construtiva	106
4.2.2	A implementação de ações de racionalização construtiva e o projeto	108
4.3	Construtibilidade como Filosofia de Projeto	111
4.3.1	Conceituação de construtibilidade	111
4.3.2	A filosofia da construtibilidade e a etapa de projeto	113
4.4	Considerações Finais Sobre os Temas do Capítulo 4	120

5 EXPERIÊNCIAS DE IMPLANTAÇÃO DE NOVAS METODOLOGIAS DE PROJETO	124
5.1 A Experiência do Escritório Piloto na EPUSP	124
5.1.1 Histórico e antecedentes	124
5.1.2 Fases do projeto de reforma do CRUSP	126
5.1.3 Análise dos resultados da experiência	134
<i>h</i> 5.2 Experiências de Novas Metodologias de Projeto com Participação do Construtor	138
<i>h</i> 5.2.1 Sistematização da coordenação de projetos de edifícios	138
<i>h</i> 5.2.2 Coordenação de projeto em empresas com setor próprio de arquitetura	151
<i>h</i> 5.3 Considerações Finais Sobre os Temas do Capítulo 5	154
 6 ANÁLISE E PROPOSTAS	 156
6.1 Diretrizes para a Estruturação do Processo de Projeto	156
6.1.1 A filosofia da qualidade e o projeto	156
6.1.2 Enfoque sistêmico do processo e qualidade do projeto	159
6.1.3 Projeto do produto e projeto do processo	164
6.1.4 Informações e padronização na elaboração do projeto	169
6.1.5 A atividade de projeto como serviço na construção de edifícios	175
6.1.6 A multidisciplinaridade do processo de projeto de edifícios	179
<i>h</i> 6.2 Metodologia de Desenvolvimento e Coordenação de Projetos	184
<i>h</i> 6.2.1 Organização do processo de projeto	184
<i>e</i> 6.2.2 Terminologia associada ao projeto de edifícios	194
<i>c</i> 6.2.3 Garantia da qualidade do projeto	201
6.3 Implantação da Proposta em Empresas de Incorporação e Construção	213
6.3.1 O contexto da empresa e a viabilidade de implantação da proposta	214
6.3.2 Passos necessários para implantação	217
6.3.3 O fator humano na implantação da proposta	220

7 CONCLUSÕES	222
7.1 Desdobramentos da Implantação da Qualidade de Projeto em Empresas de Incorporação e Construção	222
<i>7.2</i> Recomendações para a Formação de Profissionais de Arquitetura e Engenharia, para a Atuação no Projeto de Edifícios	226
7.3 Temas para Estudo em Qualidade do Projeto de Edifícios	230
7.4 Conclusões Finais	232
 ANEXO: MORFOLOGIA DO PROJETO DE EDIFÍCIOS	 235
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 277

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	As mudanças de enfoque quanto à qualidade dos produtos industriais no Japão (MERLI, 1993)	13
Figura 2.2	As mudanças de mercado levando a nova forma de compor custos e preços (adaptado de SOUZA, 1992)	24
Figura 2.3	Origens de problemas patológicos das construções (MOTTEU & CNUDE, 1989)	30
Figura 2.4	Ciclo da qualidade (ABNT, 1990c)	32
Figura 2.5	Ciclo da qualidade segundo RAMOS (1992)	33
Figura 2.6	Ciclo da qualidade na Construção Civil (SOUZA, SAMPAIO & MEKBKIAN, 1993)	35
Figura 2.7	O ciclo da qualidade na Construção Civil e as relações entre projeto e os demais participantes do ciclo (MELHADO, 1993)	39
Figura 3.1	Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases (CII, 1987)	70
Figura 3.2	O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício (HAMMARLUND & JOSEPHSON, 1992)	71
Figura 3.3	Gráfico que relaciona o tempo de desenvolvimento de um empreendimento de edifício e o custo mensal das atividades (BARROS & MELHADO, 1993)	72
Figura 3.4	Gráfico que relaciona o tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades, com a idéia de um maior "investimento" na fase de projeto (BARROS & MELHADO, 1993)	73
Figura 3.5	Os quatro principais participantes que atuam em um empreendimento de construção de edifícios (MELHADO & VIOLANI, 1992a)	77
Figura 3.6	O ciclo da qualidade em empresas de incorporação e construção (PICCHI, 1993)	82
Figura 3.7	O ciclo da qualidade em empresas de construção por empreitada (PICCHI, 1993)	84

Figura 4.1	Metodologia para o desenvolvimento de sistemas construtivos (SABBATINI, 1989)	101
Figura 4.2	A implementação da racionalização construtiva em um programa de evolução tecnológica envolvendo a organização do processo de projeto	110
Figura 4.3	Ações de implementação da construtibilidade (O'CONNOR & TUCKER, 1986)	120
Figura 5.1	Alterações arquitetônicas propostas para as unidades do Conjunto Residencial da USP (ESCRITÓRIO PILOTO, 1984)	129
Figura 5.2	Registros fotográficos elaborados durante a execução do protótipo e das obras de reforma no Bloco F do Conjunto Residencial da USP (MELHADO, 1986)	133
Figura 5.3	Planta geral do conjunto residencial em Moji-Guaçu	142
Figura 5.4	Características dos edifícios do conjunto residencial projetado para a cidade de Moji-Guaçu (planta do pavimento-tipo)	143
Figura 5.5	Características dos edifícios do conjunto residencial projetado para a cidade de Moji-Guaçu (fachada lateral)	144
Figura 6.1	O subsistema projeto (adaptado de HANDLER, 1970)	162
Figura 6.2	Projeto do produto e projeto da produção, orientados pelo plano da qualidade da empresa	169
Figura 6.3	Proposta do banco de tecnologia como ligação entre etapas de projeto e execução e parte do processo de desenvolvimento tecnológico da empresa	173
Figura 6.4	Os arranjos das equipes de projeto, segundo a forma tradicional e com o conceito de equipe multidisciplinar (LUSH, 1988)	181
Figura 6.5	A coordenação de projetos no detalhamento de soluções (MARQUES, 1979)	183
Figura 6.6	Proposta para o processo de desenvolvimento do projeto com a ação dos quatro participantes do empreendimento	187
Figura 6.7	Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto	190
Figura 6.8	Manuais da qualidade na empresa de incorporação e construção	217

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Desperdício estimado, expresso em percentagem do custo da obra (PICCHI, 1993)	21
Tabela 2.2	Distribuição dos custos de falhas da qualidade na Suécia, internas e externas (HAMMARLUND & JOSEPHSON, 1992)	30
Tabela 2.3	Itens constantes de listas de verificação em auditorias internas a uma empresa de projeto (CUNHA & COBRA, 1991)	44
Tabela 3.1	Evolução da forma de habitar ao longo da Pré-História (adaptado de AYMARD & AUBOYER, 1977)	53
Tabela 3.2	Mudanças nos papéis de construtores, arquitetos e engenheiros	63
Tabela 4.1	Resumo comparado dos elementos conceituais envolvidos no desenvolvimento de tecnologia construtiva, na adoção de diretrizes de racionalização construtiva e na filosofia da construtibilidade	123
Tabela 6.1	Resumo da seqüência de reuniões de coordenação ao longo do desenvolvimento de um projeto (exemplo)	194

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASCE	American Society of Civil Engineers
BNH	Banco Nacional da Habitação
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
CEPED	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento do Estado da Bahia
CEB	Conseil Euro-International du Béton
CIB	International Council for Building, Studies and Documentation
CII	Construction Industry Institute

COBRACON	Comitê Brasileiro da Construção Civil da Associação Brasileira de Normas Técnicas
COHAB-SP	Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo
CONESP	Companhia de Construções Escolares do Estado de São Paulo
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CONTRU	Departamento de Controle de Uso dos Imóveis
COSEAS	Coordenadoria de Saúde e Assistência Social da Universidade de São Paulo
CPqDCC	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Construção Civil da EPUSP
CREA-SP	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo
CRUSP	Conjunto Residencial da USP
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FDE	Fundação para o Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
ISO	International Organization for Standardization
ITQC	Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção Civil
PBQP	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade
PIB	Produto Interno Bruto
PCC	Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
SFH	Sistema Financeiro da Habitação
SINDUSCON-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil de Grandes Estruturas no Estado de São Paulo

QUALIDADE DO PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção

RESUMO

O trabalho propõe diretrizes e métodos que contribuem para a qualidade do projeto de edifícios, orientados tecnologicamente e baseados em princípios de racionalização e construtibilidade, dando suporte a uma nova organização do projeto para implantação em programas da qualidade total de empresas construtoras.

Os principais conceitos da qualidade são discutidos e as relações projeto-processo de produção são analisadas sob os prismas histórico e contemporâneo, levando à revisão das funções do projeto no empreendimento em um enfoque global.

Os conceitos de desenvolvimento tecnológico, racionalização e construtibilidade são apresentados e analisados, explicitando como eles alteram o processo de projeto e aumentam a eficiência da produção.

Duas experiências inovadoras de projeto são descritas: o trabalho realizado por um escritório piloto da Universidade, envolvendo o uso de protótipos; e uma pesquisa sobre coordenação de projetos, em convênio com empresas de incorporação e construção.

A metodologia proposta resulta das diretrizes da qualidade, racionalização e construtibilidade, sugerindo mudanças nos esquemas tradicionais de arranjo de equipe, desenvolvimento e coordenação de projeto para obter a garantia da qualidade do processo.

Conclui-se com o exame das dificuldades de implantar a proposta dentro de programas da qualidade total nas empresas de incorporação e construção.

DESIGN QUALITY FOR BUILDING CONSTRUCTION PROCESS and its use in private building companies

ABSTRACT

This thesis proposes guidelines and methods to improve the building design quality, based on technological needs and on constructive rationalization and buildability principles. It results into an innovative design procedure that can be put inside total quality management programs for private building companies.

The main concepts related to construction quality are discussed as well as the relationship between building design and production process, which is analyzed under historical and up-dated points of view.

The concepts for construction technology development, constructive rationalization and buildability are presented and their effects in changing the building design process and improving the efficiency of the construction activities are analyzed.

Two different experiences of innovative design methods are described. The first one involves a prototype-aided design carried on by a civil engineering student training group at this University and the second one is a result of a cooperative research program between a private company and the University.

The proposed design methodology includes the quality, rationalization and buildability approaches which results in changes to the traditional design team arrangement, the design development and coordination and help for the quality assurance of the building process as a whole. The difficulties for the implementation of the proposal in private building companies are examined.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A atividade de construção de edifícios é uma das mais antigas e importantes realizadas pelo Homem. No Brasil, a Construção Civil como um todo responde por 7 a 9% do nosso Produto Interno Bruto e desta parcela um valor significativo corresponde ao setor de construção de edifícios, representando na cidade de São Paulo a principal atividade desempenhada por 81% das empresas construtoras¹, particularmente no ramo habitacional. No Estado de São Paulo, a atividade de construção de edifícios - excetuando-se as obras públicas - representa 45% do faturamento das empresas atuantes na Construção Civil (SINDUSCON-SP, 1991)².

Analizando o comportamento empresarial na Construção Civil, com referência a práticas comuns no setor de construção de edifícios, ROCHA LIMA JR. (1993) afirma que a operação de construir até um passado recente foi tratada como um procedimento de "franca especulação" onde era comum "fazer preço antes de conhecer os custos", sem estímulo à busca de ganhos quanto à qualidade.

Hoje, pode-se afirmar que nenhuma outra temática é tão atual, seja nos meios empresariais ou nos acadêmicos, quanto esta da *qualidade*, inserida em forte crítica ao desempenho do setor; a mídia como um todo e as publicações

¹ Dados de uma pesquisa realizada pela Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, envolvendo a consulta a 108 empresas. (PESQUISA..., 1993.)

² O sistema de referência bibliográfica adotado apresenta o nome do autor seguido da data de publicação, podendo os dados completos de cada referência serem encontrados ao final deste trabalho.

especializadas têm dado destaque às deficiências da indústria de construção, chamando a atenção principalmente para o desperdício de materiais e de mão-de-obra. Por exemplo, o Jornal do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia dedicou recentemente suas páginas centrais à matéria *desperdício* (CONFEA, 1993); e a revista Construção publicou resultados de uma pesquisa realizada em 30 canteiros de obras de 5 estados brasileiros, revelando um índice de *ociosidade da mão-de-obra* correspondente a 35% da duração da jornada de trabalho (CÉSAR, 1993).

Nesse quadro, pode-se perceber claramente o quanto as ações que envolvem a melhoria da qualidade na construção de edifícios significam para o desenvolvimento da economia nacional, representando melhor utilização de recursos, levando a melhores produtos, a maior produção e permitindo também a geração de mais empregos. No entanto, em matéria recentemente publicada na revista Construção são apresentados dados que indicam que a maior parte, isto é, 86% das empresas construtoras *não possuem nenhum programa* da qualidade implantado em suas organizações, sendo que mais da metade do total ainda não tomou qualquer iniciativa nesse sentido³.

Como salienta WOOD JR. (1993), ao discutir a implantação de sistemas da qualidade em empresas, apenas *mudanças profundas* permitem um avanço verdadeiro; e tais mudanças "somente ocorrem quando rompemos paradigmas, barreiras e limites estruturais e conseguimos ir além, unindo teoria e prática, mudando a cognição, a atitude e o comportamento". Para a evolução do setor de construção de edifícios, seguindo os preceitos da qualidade, a indústria da Construção Civil deverá passar por transformações significativas. Esse

³ Resultados divulgados pela Revista Construção São Paulo em janeiro de 1994; a pesquisa abrangeu 378 empresas construtoras. (CAMARGO, 1994.)

processo necessário de mudança, o qual já vem sendo experimentado por algumas empresas, implica em alterações estruturais das mesmas, através da revisão de suas organizações e da introdução de novos objetivos e métodos para as várias atividades envolvidas em todo o processo, desde a formulação dos empreendimentos até a assistência ao comprador na fase pós-entrega.

Hoje, uma parte das empresas construtoras entende que a forma de pensar e de elaborar o *projeto* tem uma participação fundamental na obtenção da qualidade de um edifício, porém esse potencial nem sempre tem sido explorado nos empreendimentos realizados no setor, constituindo-se em um dos pontos críticos no caminho da evolução. A qualidade não é apenas resultado de cuidados relativos aos insumos utilizados no processo de produção, envolvendo materiais, mão-de-obra e controle dos serviços contratados; quando a atividade de projeto é pouco valorizada, os projetos são entregues à obra repletos de erros e de lacunas, levando a grandes perdas de eficiência nas atividades de execução, bem como ao prejuízo de determinadas características do produto que foram idealizadas antes de sua execução. Isso é comprovado pelo grande número de problemas patológicos dos edifícios atribuídos a falhas de projeto, os quais podem representar até 46% do total (MOTTEU & CNUDD, 1989).

Pode-se, portanto, afirmar que "na implementação de sistemas de garantia da qualidade na construção de edifícios, é de importância fundamental o fluxo de informações entre *projeto* e *execução*, onde é necessário alcançar uma integração organizacional e tecnológica entre as duas atividades, entre o que se concebeu e o que virá a se tornar realidade no canteiro de obras" (MELHADO & VIOLANI, 1992b). No entanto, em muitas empresas isto não se verifica, sendo o projeto efetivamente de pouca utilidade à execução.

O projeto deveria ser capaz de subsidiar as atividades de produção em canteiro com informações de alto nível e que não poderiam ser igualmente geradas no ambiente de obra; a partir de um bom projeto, tornar-se-ia possível elaborar um planejamento e uma programação eficientes, assim como um programa efetivo de controle da qualidade para materiais e execução.

Também a tecnologia construtiva deveria estar detalhadamente definida na etapa de projeto; pois nessa etapa precisa-se ser capaz de formular alternativas, estudá-las e propor técnicas de construção racionalizadas, dentro de um processo de criação e otimização que visa *antecipar no papel o ato de construir*. Qualquer esforço dispensado durante o projeto repercute em ganhos sensíveis e possui custos reduzidos quando comparados aos que advêm das modificações feitas posteriormente, durante a execução, pois as modificações feitas "no papel" são mais simples de serem efetuadas.

Com esta filosofia, o projeto passaria a participar do processo de evolução tecnológica, inclusive quanto ao registro das soluções dadas aos problemas enfrentados em seu desenvolvimento, possibilitando criar uma *memória da tecnologia*, somada ao cabedal das empresas ao final de um empreendimento.

Da eficiência na elaboração do projeto depende a qualidade do produto resultante, justificando-se portanto a adoção de procedimentos metodologicamente estabelecidos que visem orientar simultânea e conjuntamente os vários profissionais e estabelecer adequado fluxo de informação entre eles, além de conduzir as decisões a serem tomadas nesta fase do empreendimento. Por construírem seus próprios empreendimentos, unindo concepção de produtos (edifícios) e utilização de processos (atividade de construção), as empresas *incorporadoras e construtoras* representam um

caso particularmente interessante no desenvolvimento e implantação de programas da qualidade.

Os pesquisadores do Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Tecnologia de Processos Construtivos do Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP, ao qual pertence o autor deste trabalho, têm estudado a inserção do projeto dentro da temática da qualidade e, assim, vêm realizando trabalhos relacionados com o tema desta tese já há alguns anos⁴.

Ao definir o tema e o enfoque dentro do mesmo, foi proposta uma implantação experimental em uma empresa de incorporação e construção, dentro de um contrato de convênio com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, originando assim um projeto de pesquisa. O trabalho efetuado culminou com a publicação de um texto conceitual e metodológico sobre *coordenação de projetos*, sendo suas diretrizes e procedimentos parcialmente implantados, devido a dificuldades geradas internamente àquela empresa. Esta experiência produziu um manual intitulado "Sistematização da Coordenação de Projetos de Edifícios Habitacionais" (MELHADO & VIOLANI, 1992b).

Não obstante a consecução parcial dos objetivos iniciais, houve um grande amadurecimento resultante da experiência obtida nesse contato com os setores e profissionais de empresas, envolvidos com a produção, contratação ou utilização de projetos de edifícios e preocupados com a obtenção de melhores resultados quanto à qualidade. A partir daí, seguiram-se outros contatos no mesmo sentido, através de debates internos a empresas ou em

⁴ Esses trabalhos, como tratam parcialmente do tema ou de uma sua parte, serão citados e utilizados como referência bibliográfica em várias passagens do texto.

trabalhos de consultoria, estimulando cada vez mais a troca de idéias e permitindo ampliar o conhecimento sobre *qualidade do projeto de edifícios*.

1.2 Objetivos

Partindo da premissa de que *para o setor de construção de edifícios evoluir e alcançar maiores índices de competitividade e eficiência tecnológica as empresas construtoras devem-se reorganizar de modo que a elaboração de projetos seja parte de um conjunto de atividades de produção, obedecendo a procedimentos de garantia da qualidade*, definiu-se como objetivo para o desenvolvimento deste trabalho *propor e discutir a implantação de uma nova metodologia para o desenvolvimento de projetos de edifícios*.

Para alcançar o objetivo final acima, deve-se passar ainda pelo atendimento aos seguintes *objetivos parciais*:

- discutir o *conceito de projeto* e analisar sua participação no empreendimento, utilizando como referência o mercado de incorporação e construção de edifícios;
- avaliar a *contribuição* potencial da organização do processo de projeto *para a qualidade* na construção de edifícios, bem como os fatores envolvidos na obtenção da mesma;
- propor de modo sistematizado, a partir de experiências vivenciadas pelo autor, um conjunto de *diretrizes e métodos* voltados à elaboração e controle do projeto, que contribuam para a qualidade do produto final "edifício", discutindo sua *implantação* nas empresas de incorporação e construção.

1.3 Metodologia

A revisão bibliográfica dentro dos temas *qualidade*, *construção de edifícios*, *desenvolvimento tecnológico* e *projeto* foi um dos principais elementos de apoio na elaboração deste trabalho. Dada ainda a complexidade e grande amplitude do tema e levando-se em conta o estágio incipiente em que hoje se encontram boa parte das empresas de incorporação e construção na implantação de sistemas da qualidade, mostrou-se fundamental auxiliar a estruturação da tese a partir dos dados colhidos em empresas.

Portanto, parte-se da análise conceitual a partir de uma extensa revisão crítica das fontes bibliográficas consultadas e utilizam-se os dados de empresas de incorporação e construção atuantes no Estado de São Paulo para embasar as propostas que se seguem, fundamentadas em preceitos de garantia da qualidade aplicados à elaboração e controle de projetos de edifícios.

1.4 Estruturação do Trabalho

Após esta Introdução, no segundo capítulo, são tratados os dois temas centrais: *Qualidade* e *Projeto*, sendo estabelecida a relação entre eles, no caminho da evolução do setor de construção de edifícios.

No terceiro capítulo analisa-se as características do *empreendimento* de construção de edifícios, a partir de uma leitura histórica e avalia-se o contexto atual de mercado, com suas implicações para o tema central do trabalho. Em adição a esta análise, também é discutido o *conceito de projeto*.

2 QUALIDADE E PROJETO

Neste segundo capítulo, serão tratados os dois temas centrais deste trabalho:

- *Qualidade*, tomando como ponto de partida um contexto internacional, analisando os conceitos que se propagaram nas indústrias como um todo e o transporte de tal conceituação para o setor de construção de edifícios;
- e *Projeto*, considerado aqui como uma das atividades que compõem o conjunto daquelas necessárias a qualquer processo industrial.

A relação entre eles, na busca de caminhos para a evolução do setor de construção de edifícios, será discutida também nesta parte da tese.

2.1 Implantação de Programas da Qualidade

2.1.1 O conceito de qualidade e sua evolução

"A globalização da economia colocou a competitividade e a qualidade na ordem do dia. As idéias relacionadas à qualidade transcenderam os limites das empresas industriais e permeiam atualmente quase todas as atividades humanas. Vive-se hoje a eminência de uma terceira onda da qualidade. A primeira surgiu ligada ainda ao modelo taylorista-fordista¹ de produção e consumo em massa. O foco era no controle do produto final e o nome usual *controle da qualidade*. A segunda onda surgiu no Japão após a Segunda

¹ O engenheiro Frederic Winston Taylor (1865-1915) nasceu na Pensilvânia (EUA) e é considerado o fundador da organização científica do trabalho, cuja série de princípios racionais é conhecida como *taylorismo*; da associação aos princípios criados por Henry Ford resultou o modelo taylorista-fordista, baseado na produção seriada, na especialização extrema e no estudo de tempos e movimentos das operações envolvidas no processo, na visão da organização como máquina. Este assunto não será especificamente enfocado neste trabalho.

Grande Guerra, associada aos sistemas de produção flexíveis. O foco deslocou-se para o processo e a otimização global do sistema produtivo." (WOOD JR., 1993.)

A preocupação com a qualidade no meio industrial tem estado presente há várias décadas. Inicialmente, a partir da necessidade de manter os padrões de atendimento às especificações de produtos seriados, desenvolveram-se mecanismos de controle, como forma de minimização de incertezas no processo e para reduzir a possibilidade de colocação de produtos defeituosos no mercado.

Mais tarde, a noção de qualidade evoluiu e "controle da qualidade" passou a ser a denominação dada a "técnicas e atividades operacionais usadas para satisfazer às necessidades especificadas da qualidade" (JURAN & GRYNA, 1991), ficando a denominação "qualidade" reservada para o aspecto mais abrangente da questão.

É notório que um grande impulso à qualidade industrial veio com a adoção de padrões mais rígidos de exigência por parte dos países desenvolvidos, preocupados em regular as relações entre fornecedores e clientes dentro de mercados internacionais, surgindo o conjunto de normas ISO 9000 especificamente devido à constituição da *Comunidade Européia*, completada em 1993.

Assim, qualidade é definida na atualidade como "a totalidade das propriedades e características de um produto ou serviço que lhe conferem capacidade de satisfazer necessidades explícitas ou implícitas" (ISO, 1986). Esta definição exige que tais necessidades sejam especificadas e, dependendo do enfoque,

poderá aproximar-se da idéia de *desempenho*, ou comportamento em uso, não se dispensando a existência de normas e padrões mínimos que orientem o processo que vai gerar o produto ou o serviço em questão.

Segundo afirma FIGUEIREDO (1993), ao comentar a necessidade crescente de integração econômica entre os países, "a ISO (International Organization for Standardization) antecipou-se na elaboração de normas de gerenciamento e garantia de qualidade" e, aprovada a série ISO 9000, "iniciou-se um grande movimento, considerado hoje um marco histórico no comércio interno e externo das economias desenvolvidas e em desenvolvimento". O mesmo autor comenta que um levantamento efetuado pela ISO constatou que estas normas estão em aplicação em mais de cinquenta países, como base para a gestão da qualidade interna e avaliação das empresas fornecedoras.

Um dos benefícios indiretos da implantação de sistemas da qualidade - que freqüentemente motiva uma empresa a adotar normas de garantia da qualidade - está no âmbito comercial, pois obter certificação segundo as normas ISO equivale a demonstrar aos clientes que seu sistema da qualidade está de acordo com padrões internacionais e, portanto, permite melhorar sua posição dentro do mercado².

² A série ISO 9000 básica compreende cinco normas, cujo conteúdo é o seguinte:

- ISO 9000 - contém diretrizes para seleção e uso, estabelecendo os conceitos da qualidade e esclarecendo as diferenças entre as demais normas, que apresentam vários níveis de abrangência;
- ISO 9001 - aplicável desde o projeto até a assistência técnica, é a mais abrangente de todas;
- ISO 9002 - diz respeito apenas à produção ou instalação;
- ISO 9003 - relativa a inspeção e ensaios, é a mais reduzida das normas;
- ISO 9004 - oferece um guia para o desenvolvimento de sistemas da qualidade em empresas.

Para obter certificação segundo a ISO 9000, a empresa é submetida a um processo de auditoria, que verificará sua conformidade com os procedimentos e demais requisitos estabelecidos pela(s) norma(s) correspondente(s), que pode ser realizada apenas por organismos credenciados.

A respeito da evolução das políticas da qualidade, BOBROFF (1991) resume as mudanças ocorridas recentemente: "após uma primeira fase, dedicada à inspeção, com controles de conformidade, em um enfoque 'a posteriori', a administração da qualidade descartou o controle de processo para prevenir falhas." A autora analisa o salto ocorrido com a introdução de conceitos como a análise de valor, e da certificação dos fornecedores, levando a um enfoque da qualidade "a priori", mais global: a garantia da qualidade. A mais recente fase é a da qualidade total, que inclui um enfoque organizacional e enfatiza a política de recursos humanos e o relacionamento intra e inter-empresas, segundo BOBROFF.

MERLI (1993) apresenta as mudanças no enfoque dado à qualidade na *indústria japonesa*, em que as contribuições da inspeção e do controle do processo para a qualidade foram sendo gradativamente substituídas pela introdução de características superiores do produto, desde a etapa de projeto. A evolução analisada por esse autor está expressa na figura 2.1.

Todos os autores reconhecem que a conceituação de que "obter qualidade depende de controles estabelecidos" foi perdendo espaço para a consideração da influência dos fatores de caráter humano e organizacional - um campo onde o projeto pode dar uma importante contribuição.

Na opinião de WOOD JR. (1993), o período mais recente citado por BOBROFF fez parte da *segunda onda* da qualidade, quando houve na verdade uma intensificação do enfoque de *processo*, através do reforço da noção de qualidade total que acabou trazendo a visão das ciências sociais contemporâneas e dos sistemas interativos em que ocorrem mudanças incrementais. Este autor prevê a *terceira onda da qualidade*, que "admitiria a

instabilidade dinâmica e mudanças descontínuas", alternando períodos de caos e de evolução. De qualquer forma, sem dúvida os conceitos continuarão a evoluir.

Figura 2.1 As mudanças de enfoque quanto à qualidade dos produtos industriais no Japão (MERLI, 1993)

Em termos recentes, não se pode deixar de citar ainda o advento da reengenharia - um enfoque que envolve mudanças radicais na estruturação das empresas. A reengenharia (*business process re-engineering*) requer pessoal com qualificação generalista e flexível, consistindo em um conjunto de alterações organizacionais que passam pela remoção de níveis intermediários de gerência, subdivisão das empresas em várias "mini-empresas" interligadas, além da criação de equipes inter-funcionais para resolver conjuntamente questões que afetam diversos setores da empresa, dentre outras ações.

PLONSKI (1993) define a reengenharia como a mudança radical dos processos empresariais, com a finalidade de obter resultados expressivos de melhoria de desempenho, medido através de *custo, qualidade, atendimento e velocidade*; esse autor afirma que a reengenharia nada mais faz do que utilizar a *engenhosidade* para reconfigurar a empresa.

Segundo um artigo do periódico *The Economist* (RE-ENGINEERING..., 1994), "há toda chance de que a reengenharia não seja apenas mais uma teoria de gerenciamento da moda", apesar de que muitas empresas européias empregam o termo como um eufemismo que abriga seus programas de redução de quadros de funcionários. Sendo recente - segundo o mesmo artigo, o termo teria sido conceituado pela primeira vez em 1993 - ainda não se tem o mesmo nível de retorno prático a respeito da sua aplicação, como ocorre com a filosofia da qualidade total.

Dentro do contexto deste trabalho, voltado a empresas de construção de edifícios, passa-se então a aprofundar de forma mais específica as questões ligadas à implantação de *programas da qualidade*.

2.1.2 A qualidade na empresa de construção de edifícios

Segundo PICCHI (1992), reportando-se ao sistema da qualidade de uma grande empresa de incorporação e construção, o modelo apresentado pela ISO 9004 pode ser adaptado à Construção Civil, abrangendo seis itens de exigência:

- 1 Projeto
- 2 Suprimento de Materiais

- 3 Execução
- 4 Uso e Manutenção
- 5 Recursos Humanos
- 6 Organização

Como exposto pelo mesmo autor, a preocupação com a qualidade a partir do projeto é grande e justificável, pois o mesmo "é indicado em todas as pesquisas como o grande vilão da qualidade na construção".

Usando as palavras de JURAN & GRYNA (1991), *qualidade* "tem múltiplos significados", ou seja, em seu uso corriqueiro pode ser interpretada de forma subjetiva, porém, na acepção mais pura deve estar associada ao julgamento de alguém, que exprime se determinada coisa atende a requisitos estabelecidos.

Conforme esses autores, são dois os significados principais que podem ser-lhe atribuídos:

- 1 "A qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e dessa forma proporcionam a satisfação em relação ao produto."
- 2 "A qualidade é a ausência de falhas."

É importante destacar aqui a existência de *clientes*, isto é, não se define qualidade sem considerar a existência de um cliente para o produto analisado. Ainda conforme JURAN & GRYNA, existem dois tipos básicos de clientes: *clientes externos* e *clientes internos*, conforme seja a sua posição face ao sistema produtivo. Assim, são considerados clientes também aqueles que,

para produzir uma parte ou etapa do processo, dependem de uma parte ou etapa anterior que entra como insumo em seu trabalho e, portanto, são afetados pela qualidade produzida por outros elementos participantes do processo.

Os autores citados reforçam o conceito: "todos os clientes têm necessidades que devem ser atendidas (...) isto se aplica tanto a clientes internos quanto a externos (...) no caso de clientes internos, a resposta determina a competitividade de produção da empresa, a qualidade (...)".

Pode-se aplicar esse ponto de vista ao relacionamento entre as várias empresas ou profissionais que estejam envolvidos em etapas de um empreendimento de construção, portanto, envolvendo as relações entre os participantes do empreendimento e o *projeto*. SOUZA & MEKBEKIAN (1993) exemplificam, afirmando que o construtor ou o departamento de obras da empresa são clientes internos tanto dos fabricantes de materiais e componentes quanto dos projetistas, e que "os produtos entregues para a obra devem ter qualidade assegurada, ou seja, devem satisfazer suas necessidades".

Um tipo especial de cliente, que participa de modo significativo da apuração da qualidade é o *usuário*, que JURAN & GRZYNA generalizam como sendo "clientes que executam ações positivas com relação ao produto (...) empresas que comprem o produto como matéria-prima para seus processos, os comerciantes que revendem o produto e os consumidores que fazem uso do produto em sua forma final." Para o usuário, devem estar voltadas grande

parte das preocupações com a qualidade do produto, visando a valorização da imagem e a competitividade da empresa dentro do mercado³.

Dentro da busca de competitividade pelas empresas de construção, um conceito importante a ser aprofundado é o de *garantia da qualidade*. Apresentando um ponto de vista que hoje pode ser considerado "clássico", GARCIA MESEGUER (1991) afirma que um sistema de garantia da qualidade deve ser capaz de responder aos seguintes três pontos:

- 1 A qualidade na construção requer cinco ações: *defini-la*, o que envolve algumas especificações; *produzi-la*, o que requer alguns procedimentos; *comprová-la*, o que pressupõe um controle de produção; *demonstrá-la*, o que exige um controle de recepção; e *documentá-la*, o que significa documentar e arquivar tudo que foi realizado.
- 2 Estas cinco ações devem ser estendidas às cinco fases do processo construtivo: planejamento, projeto, materiais, execução e uso-manutenção.
- 3 Em cada uma das medidas adotadas para cumprir o anteriormente estabelecido, devem ser atendidos dois tipos de fatores: os técnicos (medidas de caráter técnico) e os humanos (medidas de caráter pessoal, de organização e de gestão).

³ Neste trabalho, a denominação usuário será empregada geralmente em seu significado estrito, correspondendo ao *comprador* (em substituição a *consumidor*, como propõe ROCHA LIMA JR., 1993), quando o mesmo fizer uso do edifício ou de uma sua parte, ou aplicável àquele que efetivamente o utiliza, mesmo que não seja proprietário.

Como pôde ser apreciado, o enfoque de GARCIA MESEGUER representa a ampliação de conceitos de controle e inspeção da qualidade, agregando fatores humanos aos técnicos.

SOUZA et al. (1993) avaliam que a melhoria da qualidade do setor da construção depende por um lado da *ação individual de empresas líderes* que, em busca de maior competitividade, implantam sistemas de gestão da qualidade, com isto influenciando todos os envolvidos no processo, desde os projetistas até os fornecedores de materiais e componentes e a própria mão-de-obra; e, por outro lado, que deve haver a evolução dos principais parâmetros que norteiam a *qualidade no mercado* de construção civil: desenvolvimento tecnológico do setor, ampliação da normalização técnica oficial, atualização da legislação pertinente, modernização das relações entre o Estado e as empresas e entre empresas e trabalhadores, melhoria do ensino de nível técnico e superior.

De modo genérico, as empresas devem ter definida a sua política da qualidade, que será amplamente divulgada e conhecida em todos os níveis, sendo essa política voltada para a consecução de um objetivo permanente - a missão da empresa - e viabilizada através de uma estrutura organizacional coerente e pela existência de procedimentos adequados.

Especificamente, para a adoção de uma política da qualidade em empresas da Construção Civil, deve-se observar algumas particularidades; GRAZIA (1988) analisa a adoção de sistemas da qualidade na Construção Civil, dividindo em duas categorias as empresas para efeito desta análise, segundo o grau de industrialização de seus produtos:

- quando a construção é industrializada: a aplicabilidade de princípios e técnicas é total (em que o autor cita o exemplo da empresa japonesa SEKISUI, de Tóquio, onde até mesmo o princípio da manufatura flexível foi adotada com sucesso, para permitir adaptar a produção às necessidades de cada cliente);
- quando a construção é tradicional, com geração de produtos únicos: não se tem as mesmas facilidades de implantação, mas o autor considera que a qualidade, enquanto filosofia, pode contribuir de forma significativa.

A empresa de construção de edifícios, em geral, estará situada na segunda categoria, por predominarem os processos tradicionais de construção, o que dificulta a aplicação direta das técnicas e dos princípios da qualidade, portanto.

2.1.3 A qualidade e os custos na construção de edifícios

Nas empresas de construção de edifícios, pelas próprias peculiaridades do mercado consumidor⁴, a motivação pela implantação de um sistema da qualidade deve estar predominantemente vinculada à redução de custos finais dos produtos, já que hoje existe a consciência de que deve-se buscar maior competitividade e que as perdas no processo de produção, os custos de retrabalho e correções pós-entrega são significativos, embora nem sempre conhecidos.

⁴ No mercado da Construção Civil, em muitos de seus segmentos, o usuário final (ou o "consumidor") ainda não exibe um grande poder de influência sobre as diretrizes de evolução das empresas, como por exemplo ocorre com a indústria de bens de consumo, sendo portanto a questão de custos a mais influente para a penetração da empresa no mercado - este assunto será mais profundamente discutido no capítulo 3.

Segundo dados divulgados recentemente pelo Instituto de Engenharia de São Paulo, no conjunto das várias atividades industriais brasileiras, o país poderia estar perdendo um terço do Produto Interno Bruto - PIB, devido à falta de investimento em qualidade; e o setor da Construção Civil entraria com uma parcela significativa nesse processo, já que é responsável por até 9% do PIB. (DESPERDÍCIO..., 1993.)

Dentro desta discussão relativa ao *desperdício* e outros custos provenientes da chamada "não-qualidade", PICCHI (1993) estima que 30% do custo total da obra possa estar sendo "desperdiçado" no Brasil⁵. O índice em si é evidentemente de difícil comprovação, mas é interessante analisar como esse está composto, segundo o autor (ver tabela 2.1).

Para PICCHI, 6% do custo total da obra refere-se a "projetos não otimizados". Mas, pode-se inferir que dentro de uma visão mais ampla vários outros itens apresentados como geradores de desperdício também estão ligados ao projeto - tais como a geração de entulho, a perda de produtividade e a efetuação de reparos, que muitas vezes são resultantes de especificações adotadas no projeto. Assim, a parcela do custo da obra que poderia ser reduzida a partir de um incremento significativo da qualidade do projeto deve ser maior que aqueles 6% apresentados, o que evidentemente só poderá ser precisado através de uma extensiva apropriação de dados em todo o processo.

FRANCHI et al (1993) apresentam conclusões baseadas em um estudo sobre desperdício em empresas de pequeno porte, em que se comprovou que,

⁵ O autor justifica os valores que compõem as parcelas do desperdício estimado por ele, a partir de alguns conjuntos de dados levantados em obras e publicados por outros autores, arbitrando alguns índices para concluir acerca do acréscimo de custo correspondente; a falta de sistemas de apropriação de custos de produção dificulta a elaboração de tais estimativas.

considerando-se somente as perdas relativas ao emprego de aço, concreto pré-misturado, argamassa e tijolos ou blocos de alvenaria, o desperdício de materiais é da ordem de 5 a 11% do custo dos empreendimentos.

Tabela 2.1 Desperdício estimado, expresso em percentagem do custo da obra (PICCHI, 1993)

ORIGENS DO DESPERDÍCIO	DESPERDÍCIO ESTIMADO (% sobre o custo da obra)
Entulho gerado	5,0
Espessuras adicionais de argamassas	5,0
Dosagens de argamassa e concreto não otimizadas	2,0
Reparos e resserviços não computados no entulho	2,0
Projetos não otimizados	6,0
Perdas de produtividade devidas a problemas de qualidade	3,5
Custos devidos a atrasos	1,5
Reparos em obras entregues a clientes	5,0
TOTAL	30,0

Esses últimos autores observam que "existe uma grande parcela de perda que é causada por problemas relacionados ao projeto, tais como: modificações no transcorrer do processo construtivo, falta de consulta ou de cumprimento às especificações e de detalhamento insuficiente de projeto, bem como de coordenação entre os diferentes projetos".

Mais ainda, em um enfoque de caráter global, pode-se ensejar que a partir de uma mudança de base tecnológica, permitindo alcançar patamares mais elevados da qualidade de todo o processo - em que o projeto pode ter importante participação - os custos podem ser significativamente reduzidos, em comparação aos verificados na construção tradicional de edifícios.

HAMMARLUND & JOSEPHSON (1992) definem uma proporção relativa entre os custos de *prevenção e avaliação* e os custos de *falhas* envolvidos no processo de construção, em que os primeiros são entendidos como investimentos no combate às despesas com os outros. Conseqüentemente, em nenhum caso poder-se-ia almejar um índice nulo de desperdício com a implantação de sistemas da qualidade, nem seria o objetivo em um sistema industrial qualquer, ou de um sistema com menor nível de evolução como é o setor de construção de edifícios.

Porém, há que se determinar as principais origens de desperdícios para subsidiar a estratégia do programa da qualidade na empresa, equilibrando o *investimento* em qualidade e o *resultado* econômico em redução de custos, sendo o *projeto* um dos itens de maior potencial nesse sentido.

Dentro desse debate, o engenheiro Nilton Vargas afirmou, em entrevista à imprensa, que os desperdícios no setor existem porque "a Construção Civil dependia do Estado" e que as mudanças realizadas no próprio governo nos últimos anos levaram a mudanças das estratégias empresariais, as quais "começaram a não dar mais resultados" (QUALIDADE..., 1993).

Em sessão realizada em junho de 1993, a Câmara Setorial da Construção Civil⁶ apontou como razões do desperdício nesse setor de atividade (DESPERDÍCIO..., 1993):

- baixa qualidade e produtividade global do processo, envolvendo os vários agentes da cadeia produtiva e as várias etapas do processo de produção (licitação, contratação, planejamento, projeto, fabricação de materiais, distribuição e revenda, gerenciamento e execução de obras, operação e manutenção);
- desperdício de materiais, retrabalho e tempos ociosos de mão-de-obra e equipamentos, como decorrência da baixa produtividade global do processo e falta de articulação da cadeia produtiva;
- pouca participação das empresas no papel duplo de cliente e fornecedor e do consumidor na exigência de qualidade dos produtos.

Dentro da motivação pela evolução do setor empresarial, induzida pelo Governo, alguns outros fatores podem ser citados: o advento no Brasil do *Código do Consumidor* (Lei nº 8078 de 11/09/1990), em vigência desde março de 1991, que trouxe maior respaldo legal e agilidade aos processos de denúncia de falhas ou vícios de construção em edificações; o agravamento da *crise econômica* e a redução dos investimentos do Estado, dificultando a sobrevivência das empresas no mercado e levando a uma reestruturação destas, em busca de maior competitividade; a criação do Programa Brasileiro

⁶ Criada em 6 de abril de 1993, é um fórum de debates em que participam consumidores, governo, trabalhadores e empresários da Construção Civil no Brasil.

da Qualidade e Produtividade - PBQP no atual governo e seu desdobramento na forma de um sub-programa setorial para a construção de edifícios⁷.

SOUZA (1992) ilustra de modo simbólico esta nova situação na Construção Civil, estabelecendo uma comparação entre dois diferentes modos de composição entre custos e preços, determinando o lucro da empresa dentro do mercado, conforme se vê na figura 2.2.

Algumas empresas construtoras assumem então como *desafio* mudar seu enfoque de mercado, para garantir uma perspectiva de atuação em um contexto cada vez mais exigente e competitivo, recorrendo à implantação de um programa da qualidade para ajudá-las a enfrentar a nova situação.

Figura 2.2 As mudanças de mercado levando a nova forma de compor custos e preços (adaptado de SOUZA, 1992)

⁷ A esse respeito, ver publicação do Centro de Tecnologia de Edificações, apresentando o diagnóstico do setor e suas tendências, objetivos, estratégias e ações propostas pelo PBQP setorial para a construção de edifícios (CBIC, s.d.).

2.1.4 Dificuldades na implantação da qualidade

Dentro desse tema, WOOD JR. (1993) comenta as dificuldades enfrentadas por empresas em geral na tentativa de implantar seus sistemas da qualidade, resumindo alguns pontos principais geralmente citados nesses casos:

- uma dificuldade comum na implementação em grandes conglomerados é a oposição entre programas locais (em uma das empresas do grupo ou em um setor ou departamento) e diretrizes da corporação, nem sempre sintonizados, levando à paralisação ou retardamento do avanço das mudanças e até mesmo a retrocessos;
- conflito entre objetivos de curto e médio prazos: programas da qualidade exigem tempo e paciência, nem sempre disponíveis em empresas premidas por condições desfavoráveis de mercado;
- ocorrência do "efeito esponja": o programa da qualidade tende a atrair e absorver todos os problemas da organização, mesmo os que não consegue resolver;
- geralmente o programa cinde a organização em dois grupos - os "evangelistas", que acreditam sem ressalvas nele; e os "céticos", que procuram mostrar suas falhas - que passam a disputar poder e espaço, configurando situações de conflagração, aberta ou não;
- nem sempre os grupos distinguem os meios dos fins e o programa da qualidade passa a alimentar a si próprio em lugar de servir aos propósitos da organização;

- muitas vezes os benefícios são intangíveis ou desproporcionais aos esforços realizados;
- algumas vezes o programa pode piorar uma situação já ruim, deslocando energias para esforços não prioritários - um programa da qualidade exige "saúde organizacional".

Um outro ponto que deve ser acrescentado aos acima é a questão da *imagem interna* do programa da qualidade, que pode ser interpretado por parte dos funcionários como uma simples estratégia de *marketing*, tornando-o superficial e pouco eficaz na implantação de mudanças.

Vê-se que o enfoque de um programa da qualidade deve ser o mais abrangente e preciso, levando em consideração as peculiaridades de cada organização e as reações dos setores internos à sua implementação. Sendo extremamente conceituais, as premissas da qualidade podem acabar sendo, erroneamente, interpretadas de modo subjetivo e inadequado.

Assim como SOUZA e WOOD JR., também SNYDER (1993), ao apresentar um caso bem sucedido de mudança em busca da qualidade, ocorrido na subsidiária australiana de uma empresa multinacional, destaca o princípio de que o *sucesso* de todos os esforços pela qualidade *depende* de um aspecto humano: o *fator comportamental*.

Nessa experiência relatada por SNYDER, foi aplicado um método denominado "Processo de Liderança da Qualidade" (*Quality Leadership Process*), que segundo o autor tem a vantagem de levar a filosofia da qualidade para uma dimensão prática, que pode ser "colocada no papel".

O processo defendido por SNYDER é resumido através de dez passos de *melhoria de desempenho*, que o compõem:

- 1 Escolha precisa de um **ponto a ser focalizado** para melhoria;
- 2 Definição do **processo atual**, inclusive seu fluxograma;
- 3 Identificação de **pontos críticos**, de comportamento ou rotinas estabelecidas;
- 4 Definição de indicadores para **medida do progresso** obtido;
- 5 Estabelecimento da **linha de partida** (desempenho atual);
- 6 Escolha de **metas** parciais e finais a serem atingidas;
- 7 Elaboração do **plano de ação**: programas e ações de mudança, remoção de barreiras, implementação de novas idéias;
- 8 **Identificação de ligações** a serem estabelecidas com outras áreas ou empresas, bem como o tipo de envolvimento que será necessário em cada caso;
- 9 **Retroalimentação** do processo, com retorno aos participantes, através de informações sobre os resultados de progresso obtidos;
- 10 **Revisão** dos *itens* 3, 6 e 7, para readequação do processo.

A metodologia utilizada por SNYDER tem vários pontos de interesse para discussão, ao ser hipoteticamente transportada para uma empresa de construção civil:

- como em geral não há a completa formalização e documentação da estrutura organizacional e procedimentos em vigor, o processo deve ser iniciado por um *diagnóstico da empresa*, ou de um subsistema particular da mesma, antes de qualquer outra iniciativa ligada a um programa da qualidade que se pretenda introduzir, para permitir maior objetividade e direcionamento das ações a serem empreendidas no programa;
- as empresas devem necessariamente possuir sistemas de *apropriação de dados* bastante completos quanto à sua situação atual, bem como para a aferição dos resultados obtidos a partir da introdução de um programa da qualidade, sem o que torna-se difícil o sucesso de tal programa - e, como discutido anteriormente, muitas construtoras não possuem tal sistema;
- todo o processo baseia-se no *engajamento* dos setores e dos indivíduos direta ou indiretamente envolvidos, que devem estar motivados para seguir os princípios e cumprir as metas do programa da qualidade.

A introdução dos conceitos da qualidade representa, portanto, a chegada de uma nova cultura no meio empresarial. Especialmente no setor da Construção Civil, de comportamento tradicional e conservador, estas mudanças de caráter cultural assumem proporções significativas. Torna-se importante examinar, a partir daí, como se altera a participação do projeto nesse contexto de mudanças.

2.2 A Importância do Projeto na Busca da Qualidade

2.2.1 O projeto e a ocorrência de falhas do produto

HAMMARLUND & JOSEPHSON (1992) apresentam um estudo realizado na Suécia e definem uma distribuição relativa entre os fatores de custo responsáveis por falhas internas - segundo a ISO 9004, aqueles decorrentes de reprocessamento antes da entrega do produto - e uma outra distribuição para os fatores de custo de falhas externas - ocorridos após a entrega do produto. Pode-se observar que a parcela devida ao projeto representa 20% das falhas internas e 51% das falhas externas, representando na soma aproximadamente um terço do total dos custos de falhas da qualidade. Esses dados estão reproduzidos na tabela 2.2.

E, segundo dados apresentados por HELENE (1988), provenientes de levantamentos realizados em vários países da Europa, a maior parte dos problemas patológicos⁸ na Construção Civil têm origem na etapa de projeto - variando de 36% a 49%, conforme o caso.

Outros autores (MOTTEU & CNUDE, 1989) também apontam a ligação entre erros de projeto e problemas patológicos, que pode ser visualizada no gráfico da figura 2.3. Segundo os autores, a fase de concepção e projeto é a principal origem de defeitos das construções, participando com 46% do total das falhas. Outra colocação feita pelos mesmos destaca o fato de que apenas 22% dos problemas ligam-se à fase de execução.

⁸ Correspondentes às falhas externas, dentro da terminologia ISO.

Tabela 2.2 Distribuição dos custos de falhas da qualidade na Suécia, internas e externas (HAMMARLUND & JOSEPHSON, 1992)

ORIGENS DA FALHA	INTERNAS (% relativa)	EXTERNAS (% relativa)
Cliente	3%	-
Projeto	20%	51%
Gerenciamento	34%	-
Execução	20%	26%
Materiais	20%	10%
Equipamentos	1%	-
Pós-ocupação	-	9%
Outros	2%	4%
TOTAL (face aos custos de produção)	6%	4%

Figura 2.3 Origens de problemas patológicos das construções (MOTTEU & CNUDE, 1989)

Em qualquer indústria, o papel do projeto deve ser adequadamente estabelecido para permitir a implantação de sistemas da qualidade. A própria série ISO 9000 básica confirma isto, ao incluir dentre os itens a serem avaliados para a certificação de uma empresa a existência de um "controle de projetos" e o relacionamento entre "projeto" e "fabricação".

Os vários dados apresentados indicam que as decisões tomadas no projeto são importantes para a qualidade do produto final, mas não identificam claramente a conjuntura em que são feitos os projetos. Falta, portanto, entender como o projeto está inserido no processo de construção e tentar analisar as relações com outras atividades - o que será feito a seguir.

2.2.2 O ciclo da qualidade e o projeto

A norma ABNT NB-9004 (ISO 9004) - "Gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade - diretrizes" apresenta o *ciclo da qualidade*, cuja representação gráfica está reproduzida na figura 2.4.

No ciclo em questão, à atividade de "marketing e pesquisa de mercado", segue-se, em resposta, um trabalho de "engenharia de projeto, especificação e desenvolvimento de produto" e as demais fases que passam a compor, então, uma cadeia produtiva, até atingir junto ao cliente a "instalação e operação", "assistência técnica e manutenção" e "disposição após uso", retomando o ciclo no ponto inicial colocado. Na Construção Civil, porém, esse ciclo é reiniciado a partir da perspectiva de geração de um novo produto, o qual pode apresentar várias de suas características iguais ou similares às do anterior, mas certamente não é o mesmo e nem será uma evolução direta a partir dele, como acontece em produções em série.

Figura 2.4 Ciclo da qualidade (ABNT, 1990c)

JURAN & GRYNA definem *ciclo da qualidade* como:

"um modelo conceitual da interação das atividades que influenciam a qualidade do produto ou serviço nos diversos estágios, cobrindo desde a identificação das necessidades até a avaliação sobre se essas atividades estão sendo satisfeitas".

Assim, confirma-se que o propósito de fixar-se um ciclo não é o de estabelecer o seqüenciamento das atividades, mas seu inter-relacionamento. Tais modelos devem ser entendidos como ilustrativos das relações básicas que devem ser necessariamente estudadas, quando da implementação de programas da qualidade total.

RAMOS (1992) caracteriza um ciclo da qualidade de produtos claramente seqüencial, dentro de uma visão centrada na empresa produtora, embora considerando várias das atividades também incluídas pela ISO 9004, reproduzido na figura 2.5.

Figura 2.5 Ciclo da qualidade segundo RAMOS (1992)

Esse último ciclo foi idealizado para os elementos de uma produção seriada e contínua, em que o efeito de escala é predominante; no entanto, pode-se discutir sua aplicabilidade a *elementos repetitivos* de uma produção descontínua e não seriada - caso da Construção Civil. Dentre as atividades apresentadas por RAMOS, sobressaem-se algumas que merecem destaque positivo:

- a partir da *identificação das necessidades dos clientes*, são estabelecidas *especificações de desempenho*, e segue-se um trabalho de *pesquisa e desenvolvimento*;
- o *projeto* envolve além do *produto*, o respectivo *processo* de produção;
- há um *planejamento da qualidade*, claramente distinto do *planejamento de compras e produção*;
- existem tanto a *avaliação pelo produtor* como a *avaliação pelo consumidor*, esta última fazendo a retroalimentação para o ponto inicial do ciclo.

Ambos os ciclos apresentados nas duas figuras anteriores, portanto, adaptam-se melhor a produtos seriados, caso em que ocorrem as fases ou atividades de forma seqüencial e contínua. Porém, nada impede que sejam consideradas para a estruturação do sistema da qualidade na Construção Civil fases ou atividades análogas, ainda que não exatamente na forma de um ciclo seqüencial. Este tema será retomado no terceiro capítulo.

SOUZA et al., considerando as peculiaridades deste setor industrial, apresentam o ciclo da qualidade *na Construção Civil*, abrangendo um menor

número de aspectos, tendo esse ciclo um caráter particularizado, ao exhibir agentes participantes e inter-relacionados no setor (figura 2.6).

Figura 2.6 Ciclo da qualidade na Construção Civil (SOUZA, SAMPAIO & MEKBEKIAN, 1993)

A definição de um ciclo da qualidade leva ao estudo de um diagrama de relações entre os vários participantes dentro de um mercado; os ciclos apresentados aqui exibem inúmeras simplificações, servindo muito mais como referência para a discussão conceitual em torno da qualidade. Note-se que um ponto em comum é a inserção bastante clara da atividade de *projeto* no ciclo, sempre bastante anterior à *produção* propriamente dita.

O ciclo da figura 2.6 possui um número reduzido de atividades, o que torna implícitas diversas outras relações que efetivamente ocorrem nesta área de atividade, como por exemplo: contratação, venda, assistência pós-entrega,

apenas para citar algumas. Também existe implicitamente nesta representação um tipo de relacionamento que é a princípio *temporário*, já que o sistema de produção na Construção Civil é, no caso geral, um sistema de produção *aberto*. Portanto, um fornecedor de materiais e componentes de construção, por exemplo, fornece-os normalmente dentro de especificações genéricas e, dificilmente, tendo em vista especificações particulares de um dado produto; tal representação, em consequência, é bastante falha e pouco real, por não explicitar esses aspectos. No próximo capítulo (no item 3.3.2) será aprofundada esta análise.

A seguir, é focado o estabelecimento de relações entre os participantes do ciclo da qualidade, com destaque para o projeto.

2.2.3 Garantia da qualidade, qualidade total e o projeto

Atualmente, um dos desafios para as empresas construtoras é o de criar um sistema capaz de aplicar aos seus empreendimentos os princípios de garantia da qualidade, inclusive à etapa de projeto; para tanto, deve-se buscar estabelecer parâmetros e exigências a serem atendidos nas relações entre os participantes.

Pode-se atentar para as dificuldades em especificar e controlar atividades de projeto, no atual estágio da construção de edifícios, em que as empresas não possuem uma estrutura organizacional eficiente, para contratação e coordenação da elaboração de projetos. Muitas vezes, a orientação resume-se a poucas instruções verbais, ficando o resto "por conta da experiência do projetista".

Quanto ao arquivo e documentação, além daquilo que fica incorporado aos próprios documentos de projeto, muitas vezes não se faz o adequado registro das idéias e conclusões geradas a partir de discussões ao longo das etapas de projeto, com a posterior análise dos resultados em obra, o que seria fundamental, como já foi dito, para a evolução do setor.

Os problemas apontados, porém, inserem-se no conjunto das relações entre fornecedor e cliente antes mencionadas, sendo portanto resultado das características do processo de produção e não intrínsecas ao projeto; por esse motivo, a garantia de qualidade do projeto dependerá claramente das características do sistema. Mais adiante, é tratado o tema, ao analisar-se as relações entre empreendedores, projetistas, construtores e usuários (item 3.3 do capítulo 3).

Para completar o quadro delineado neste item, cabe ressaltar que os fatores humanos e de relacionamento devem ser considerados na mudança estrutural do setor em busca da qualidade. SOUZA (1992) destaca que "a padronização e o controle da qualidade de produtos e processos produtivos são condições necessárias mas não suficientes para obter a qualidade".

Assim sendo, as ações de organização e gestão são primordiais, em que se incluem:

- adotar métodos gerenciais mais participativos e descentralizados;
- implantar a garantia da qualidade por todos e não apenas através de um departamento ou grupo responsável pela qualidade;

- valorizar a capacidade criativa e de autocontrole dos funcionários;
- treinar uma postura ativa frente aos clientes internos e externos.

Esse conceito amplo de qualidade é conhecido por *qualidade total*, por significar um comprometimento de todos os setores e funcionários da empresa com os objetivos do plano da qualidade em implantação.

No caso de um empreendimento de construção, a aplicabilidade do enfoque da qualidade total é reduzida, por envolver várias empresas e profissionais, que se alteram freqüentemente com a própria mudança do produto, mas valem os princípios mencionados.

O relacionamento entre projeto e os demais integrantes do ciclo da qualidade é deficiente nas atuais condições de atuação do setor; ou seja, para atingir patamares mais elevados de qualidade, a construção de edifícios precisa implantar sistemas da qualidade, com subsistemas desenvolvidos em cada um dos itens do ciclo e adequadamente compatibilizados em seu relacionamento. A relação entre projeto e os demais participantes é ilustrada na figura 2.7.

A relação entre projeto e planejamento do empreendimento apresenta hoje muitas falhas, bem como entre projeto e fabricantes e distribuidores de materiais, ou execução de obras. Os reflexos de uma participação inadequada do projeto fazem-se sentir, ainda, nas relações com o usuário e na fase de operação e manutenção - esses pontos serão retomados no item 3.2.

Figura 2.7 O ciclo da qualidade na Construção Civil e as relações entre projeto e os demais participantes do ciclo (MELHADO, 1993)

2.2.4 Auditoria da qualidade e o projeto

Vale mencionar aqui que um importante mecanismo adotado em sistemas da qualidade, no âmbito do relacionamento entre vários departamentos ou empresas dentro de um determinado ciclo produtivo, é o uso de planos de *auditoria*; inclusive, o estabelecimento de planos de auditoria é condição necessária para a certificação da qualidade segundo normas ISO.

Segundo a ISO 9004 (ABNT, 1990c), todos os elementos, aspectos e componentes referentes ao sistema da qualidade devem ser auditados e avaliados periodicamente. As avaliações, que devem ser objetivas e realizadas por pessoal habilitado e independente da área avaliada, podem incluir as seguintes atividades ou áreas:

- estruturas organizacionais;
- procedimentos administrativos e operacionais;
- recursos humanos, materiais e de equipamentos;
- áreas de trabalho, operações e processos;
- itens sendo produzidos (para estabelecer o grau de conformidade com normas e especificações);
- documentação, relatórios e manutenção de registros.

JURAN & GRYNNA (1991) definem *auditoria da qualidade* e os desdobramentos da mesma, com base nas normas ISO:

"Auditoria da qualidade: um exame e avaliação sistemáticos e independentes para determinar se os resultados e atividades da qualidade são compatíveis com grupos de ações planejadas e se estes estão efetivamente implementados e são apropriados para o alcance dos objetivos."

"Auditoria da qualidade do processo: uma análise dos elementos de um processo e sua avaliação em relação à abrangência, correção das condições e provável eficácia."

"Auditoria da qualidade do produto: um julgamento, baseado em valores objetivos, da conformidade de um produto às características especificadas."

A primeira análise de interesse para o caso do projeto deve ser, portanto, aquela ligada a uma auditoria *do processo*, pois apesar de ser possível encarar o projeto como produto - com conseqüente verificação da conformidade ou não das características do mesmo - a questão básica levantada por este trabalho refere-se à *participação do projeto no processo* do empreendimento, análise esta que se julga prioritária neste trabalho, embora o projeto possa apresentar deficiências também no sentido de suas características como produto.

Para melhor compreender o papel de uma atividade de auditoria, no contexto de um determinado processo, pode-se confrontar os conceitos utilizados para caracterizá-la com as definições de *controle* e *controle da qualidade* (segundo SOUZA et al., 1993):

"Controle: consiste em assegurar que os resultados obtidos correspondam, tanto quanto possível, aos planos. Isto implica em estabelecer um padrão, comparar os resultados obtidos com o padrão estabelecido e exercer a necessária ação corretiva, quando a execução desviar-se do plano. Não se controla para punir falhas, mas para corrigir ou evitar erros, principalmente os de caráter repetitivo."

"Controle da qualidade: as técnicas e atividades operacionais utilizadas para atender aos requisitos da qualidade."

Vê-se que a atividade de controle integra-se à operação do sistema, fazendo parte do conjunto de elementos internos ao mesmo, enquanto que o processo de auditoria estabelece uma avaliação desse sistema, com vistas a possíveis reformulações em seus parâmetros básicos; são, portanto, atividades que se

complementam. Esta diferenciação poderia ser ilustrada, simbolicamente, comparando-se os dois enfoques ao realizar uma viagem: acompanhar e corrigir a trajetória mantendo-se na mesma estrada (controle) ou avaliar a trajetória e as possíveis mudanças de rumo necessárias para chegar mais facilmente ao destino (auditoria).

Para SILVA (1991), auditoria da qualidade pode ser conceituada como "o exame metódico de uma situação existente em comparação com um determinado modelo, ou então práticas geralmente aceitas, visando reduzir os desvios das determinações originais e, sempre que possível, eliminá-los". O autor afirma que as auditorias devem ser usadas por uma empresa "para avaliar as suas próprias atividades ou a de seus fornecedores"; seria uma "ferramenta gerencial" de acompanhamento dos sistemas da qualidade. Pode-se inferir que, a princípio, esse sistema de avaliação estender-se-ia a todos os integrantes do chamado "ciclo" da qualidade, inclusive quanto ao *projeto*.

O processo é baseado em reuniões e na aplicação de listas de verificação (*check-lists*), sendo proposto por SILVA o emprego do termo *avaliação* da qualidade, em substituição a *auditoria*, o que a seu ver seria mais adequado ao papel e enfoque dados a tal sistemática.

Tal avaliação ou auditoria da qualidade em um empreendimento deverá ser adaptada às características peculiares do mesmo, mantendo no entanto um ponto de vista independente, especialmente quanto à análise das decisões tomadas e ao retorno de informações (retroalimentação) para eventuais correções de rumo.

Quanto à *auditoria do produto* aplicada ao *projeto*, CUNHA & COBRA (1991) relatam uma experiência realizada em uma grande empresa projetista, envolvendo empreendimentos de obras industriais, analisando os resultados positivos e as dificuldades de implantação de um sistema interno de auditoria para projetos.

A empresa em que os autores acima conduziram a implantação citada é constituída por várias unidades operacionais, funcionando com independência em cinco estados do Brasil, sendo uma delas considerada a unidade "matriz". O sistema implantado define como *produto* a ser analisado pela auditoria os *desenhos finais* de projeto, já *liberados para execução*. A análise é feita por amostragem, sendo que a avaliação de um dado projeto é sempre realizada através de profissionais de uma outra unidade da empresa, não envolvida no processo. A frequência de avaliação é a de uma amostragem a cada quatro meses (matriz) ou seis meses (demais unidades).

Para melhor entendimento do sistema são reproduzidos na tabela 2.3 os itens de uma lista de verificação usada pela empresa nas auditorias, bem como os aspectos ainda não contemplados por estas auditorias, mas que foram apresentados pelos autores referidos como metas futuras, para também comporem as avaliações.

Pode-se perceber que tal modelo de auditoria não se aplica a qualquer conformação de empresa de projeto, já que é necessário que a mesma possua *setores independentes*, ou que seja feito por uma entidade externa, para caracterizar o processo como uma legítima auditoria.

Tabela 2.3 Itens constantes de listas de verificação em auditorias internas a uma empresa de projeto (CUNHA & COBRA, 1991)

ITENS A SEREM VERIFICADOS
1. Construção Civil
1.1 Informações para construção insuficientes
1.2 Informações para construção erradas
2 Fabricação e Pré-Fabricação
2.1 Informações para fabricação ou pré-fabricação, na obra ou em fábrica, insuficientes
2.2 Informações para fabricação ou pré-fabricação, na obra ou em fábrica, erradas
3 Montagem
3.1 Informações para montagem insuficientes
3.2 Informações para montagem erradas
4 Geral
4.1 Falta relação de pendências e ou sua identificação
4.2 Finalidade da emissão inexistente ou errada
4.3 Lista de documentos de referência insuficiente
4.4 Condições de segurança inadequadas
5 Necessidade de Melhoria
5.1 Projeto de difícil execução para construção/montagem/fabricação
5.2 Desenhos de difícil interpretação
5.3 Informações em excesso permitindo confusão na construção/montagem/fabricação
5.4 Outras melhorias
ITENS NÃO VERIFICADOS, MAS DE INTERESSE FUTURO
* Adequação da concepção técnica adotada
* Direcionamento do projeto às características particulares do produto

Além disso, o sistema permite realimentar o processo de elaboração de projetos da empresa, mas *não age diretamente* sobre esse processo. Resta estabelecer métodos adequados à minimização de falhas no projeto, algumas das quais estariam fora do alcance de qualquer auditoria, inclusive - por exemplo, falhas na interpretação das necessidades do cliente.

Voltando então ao enfoque de processo, é fundamental refletir acerca da seguinte questão: *seria o projeto um produto* - cabendo aí a aplicação de princípios de controle e garantia da qualidade convencionais - ou seria muito mais *um serviço*, parte integrante das atividades que compõem o processo do empreendimento?

Essa discussão será o tema do próximo item deste capítulo.

2.2.5 Projeto: um produto ou um serviço?

RAMOS (1992) define **serviço** como "uma combinação de recursos humanos e materiais com o objetivo de aumentar o valor de 'estado'⁹ de alguma pessoa ou objeto, de forma a melhorar sua utilidade".

Como características de um *serviço*, RAMOS lista cinco principais, que são citadas a seguir:

- 1 *Intangibilidade*: o comprador normalmente não tem possibilidade de avaliar a qualidade do serviço antes da aquisição e não elabora especificações formais para este;

⁹ Observação: o valor de "estado" a que se refere RAMOS deve ser entendido, salvo melhor definição, como o valor intrínseco de um item em uma determinada fase de um processo.

- 2 *Perecibilidade*: serviços não podem ser estocados;
- 3 *Heterogeneidade*: há uma apreciável variabilidade dos resultados ("saídas") de um serviço;
- 4 *Simultaneidade*: a produção e o consumo do serviço dão-se ao mesmo tempo; ← nem sempre
- 5 *Relação cliente-fornecedor*: o contato costuma ser pessoal e direto, com grande volume de transações e circulação de papéis.

A similaridade entre as características de um *projeto de edifício*, e a definição e características atribuídas a um *serviço*, é significativa, já que existem na maior parte dos projetos: falta de especificações pelo cliente; variabilidade de resultados; produção e consumo bastante encadeados, ainda que não exatamente simultâneos; contato pessoal e direto com o cliente. Quanto à perecibilidade de um projeto, se considerado que um projeto arquivado torna-se obsoleto face às imposições transitórias do mercado, pode-se entender que um projeto deva ser "consumido" sempre no menor prazo possível. ←

RAMOS distingue a avaliação da qualidade de produtos, daquela que se faz com relação a serviços, destacando que esta última tende a ser "mais subjetiva", e que a maior variabilidade torna "seu controle mais complicado". De fato, uma das características de qualquer projeto, que o distingue de um simples produto, é o fato de cada projeto ser "único" e de difícil avaliação objetiva, em condições normais. ←

Pelo exposto, será enfatizada neste trabalho a visão de *projeto como serviço*, dando destaque à sua inserção no contexto do processo de que o projeto participa, procurando estabelecer diretrizes que permitam um incremento da *qualidade do processo*.

Tal enfoque não elimina a necessidade de também estabelecer padrões do *projeto como produto*, definindo seu conteúdo mínimo e a própria forma de apresentação das informações, padrões esses que devem ser verificados e eventualmente corrigidos - embora tais padrões, por si só, não sejam suficientes para garantir sua qualidade, em caso de falhas conceituais, por exemplo.

Dentro de um contexto de mudanças em busca da qualidade no setor, se não houver uma mudança nos métodos de elaboração e controle do projeto, os resultados em termos de produto final ainda estarão aquém do pretendido - pois torna-se fundamental dar ao projeto, entre outras atribuições, a de servir como um "canal" para a transmissão da evolução tecnológica.

Os aspectos acima serão alvo do quarto capítulo, em que são tratados os conceitos que envolvem o desenvolvimento de tecnologia para o setor de construção de edifícios, sendo ainda relatadas experiências de aplicação desse ponto de vista em trabalhos realizados junto a empresas construtoras, no quinto capítulo deste trabalho.

2.3 Considerações Finais Sobre os Temas do Capítulo 2

O conceito de qualidade evoluiu, historicamente, desde os tempos em que predominavam as corporações de ofício - com premissas da qualidade baseadas na confiança depositada no próprio trabalhador - e passou por fases de inspeção e controle da qualidade formais, até chegar à atual concepção de qualidade total, voltada à satisfação do cliente e envolvendo ações organizacionais e os relacionamentos com todos os participantes do processo, sejam esses relacionamentos intra ou inter-empresas.

Na atualidade, a disseminação dessas idéias ampliou-se cada vez mais e chegou a todos os setores da atividade industrial, atingindo inclusive a Construção Civil. No entanto, a Construção Civil apresenta um conjunto particular de características, de natureza do processo produtivo e do próprio mercado, em que a aplicação dos conceitos e procedimentos trazidos pelas modernas teorias da qualidade encontra uma série de dificuldades e deve sofrer adaptações, para permitir sua implantação.

Na definição do ciclo da qualidade para a Construção Civil aparecem situações diversas das que são encontradas em outras indústrias, sem que isto signifique a invalidação de princípios gerais; atividades de avaliação e auditoria interna, combinadas a procedimentos de controle da qualidade, somadas a uma atenção especial às relações formais que se estabelecem entre os integrantes de um processo, são partes importantes do conjunto de ações necessárias à garantia da qualidade. Em qualquer processo industrial, como também na Construção Civil, os métodos de elaboração e controle do projeto participam dos esforços pela ascensão a padrões elevados da qualidade, servindo como importante elo na cadeia produtiva.

Para que se faça uma adequada análise, é preciso ainda considerar os aspectos específicos vinculados à estrutura de relações dentro do mercado de construção, em que as ações voltadas à qualidade realizadas por uma empresa dependem da participação de outros agentes dentro do mercado e da criação de um contexto geral do setor, o qual apresenta relações complexas, dificultando mudanças; isto afeta também a atividade de projeto.

Dentro de um programa de medidas voltadas à implantação de sistemas da qualidade, centrado na evolução tecnológica e objetivando a revisão das relações entre os vários integrantes do ciclo, cabe propor medidas que permitam objetivar mais tanto a avaliação como o próprio controle do projeto - e isto será enfocado no sexto capítulo, analisando-se a questão metodológica do projeto inserida no contexto do empreendimento e da empresa de construção de edifícios.

3 O EMPREENDIMENTO DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS E O PROJETO

Neste terceiro capítulo pretende-se analisar o papel do projeto face às características peculiares do empreendimento de construção de edifícios; para tanto, inicia-se por uma leitura histórica da atividade de construir e das mudanças verificadas nos papéis de arquitetos, engenheiros e construtores.

Também são avaliados a conjuntura atual do mercado de construção de edifícios e as deficiências de relacionamento entre os participantes dos empreendimentos, com suas implicações para a qualidade do projeto.

Em adição a esta análise, discute-se as atribuições dadas à palavra *projeto*, analisando sua inserção no contexto de um empreendimento de construção de edifícios.

3.1 A Construção de Edifícios - Visão Histórica

3.1.1 O surgimento e a evolução da atividade de construir

"A humanidade primitiva usou cavernas e outras formações naturais para abrigar-se, mas muito cedo tratou de melhorar de maneira artificial o ambiente, a fim de o adaptar especificamente às necessidades ou fins em vista.

A princípio, o Homem visou apenas à obtenção de um local mais ou menos confortável, onde pudesse viver com a família razoavelmente seguro contra as intempéries e contra os animais ferozes. Mas logo passou a desdobrar essa idéia. As edificações evoluíram de simples habitação de uso privado para o palácio, a fortaleza e o templo, onde além de recursos utilitários

indispensáveis sobressaíam requintes de interesse puramente estético e artístico." (DALZELL, 1977.)

Também procurando definir a passagem do estágio primitivo ao estágio posterior da humanidade, MILA (s.d.) resume o processo da seguinte forma:

"O Homem, na sua evolução, desenvolveu o desejo de habitar e o cultivou como causa da necessidade de abrigar-se. O abrigo natural foi suficiente enquanto ele não percebeu que podia criar formas que satisfizessem também àquele desejo. Materializou então a idéia da habitação na criação de um abrigo artificial - o edifício."

Hoje, com o crescimento populacional e a migração do meio rural para o urbano, a necessidade de construir edifícios é crescente, estimando-se que no ano 2000 ter-se-á 76,9% da população vivendo em cidades, na América Latina (CARDOSO, 1991).

Na definição de Giancarlo Corazza (apud CASTRO NETO, 1994), os edifícios são "construções destinadas a alojar pessoas, fornecendo a elas as condições necessárias para desenvolver do melhor modo as atividades previstas", estabelecendo nos dias atuais uma estreita dependência entre a vida humana e as características dos edifícios.

E, acerca da influência da atividade de construir sobre a vida dos homens, MORAIS (1983) cita uma frase atribuída a Winston Churchill: "Moldamos nossas construções e elas, posteriormente, nos moldam", o que revela quanto esta atividade pode-se confundir com a própria História.

Cabe, portanto, procurar entender como a atividade de construir evoluiu, em conjunto com as mudanças acontecidas na história da humanidade.

MORAIS (1983) comenta que foi no Homem do período Neolítico que surgiu pela primeira vez a noção de lar, encerrando-se, a partir daí, o seu comportamento nômade.

Segundo AYMARD & AUBOYER (1977), o Homem principiou a habitar suas próprias construções na Pré-História, no período Paleolítico Superior, tendo ocorrido de forma gradual a passagem do nomadismo à vida sedentária; inicialmente, habitava as cabanas apenas durante alguns meses ao ano, mas foi gradualmente aperfeiçoando a forma de construí-las, para então poder abrigar-se nelas em qualquer estação. A tabela 3.1 ilustra as mudanças que ocorreram ao longo dos períodos mais recentes da Pré-História, no tocante à habitação.

A construção de edifícios - ou a arquitetura, de modo geral - surgiu como marca natural da evolução da espécie humana e firmou-se a partir do crescimento das civilizações urbanas, assumindo aos poucos as mais variadas conotações sociais, artísticas e culturais.

AYMARD & AUBOYER apresentam alguns traços sociais da habitação nas antigas civilizações do Oriente: no século 19 a.C., já existia a divisão entre *bairro operário* e *bairro rico* - no primeiro, "pequenas casas estreitamente ligadas", enquanto que no outro havia "grandes residências". Dentro desta mesma visão, esses últimos autores afirmam, ao analisar aquelas civilizações: "a impressão de poder é produzida principalmente pelas realizações arquitetônicas".

Tabela 3.1 Evolução da forma de habitar ao longo da Pré-História (adaptado de AYMARD & AUBOYER, 1977)

PERÍODO HISTÓRICO	MUDANÇAS OCORRIDAS
<ul style="list-style-type: none"> • Paleolítico Superior 	<ul style="list-style-type: none"> • surgimento das primeiras habitações • cabanas encontradas no Sul da Rússia, com planta ovalada, o nível do piso ligeiramente rebaixado, com cobertura de terra e ramos, pedras ou peles e ossos
<ul style="list-style-type: none"> • Mesolítico (aprox. 12.000-5000 a.C.) 	<ul style="list-style-type: none"> • moradias enterradas, para maior proteção • construções utilizando pilares de madeira forquilhados e bem cravados, suportando madeiramento horizontal de troncos, recoberto de paus roliços mais finos, com cobertura final de terra
<ul style="list-style-type: none"> • Neolítico (aprox. 5.000-3000 a.C.) <p>obs.: também denominado Idade da Pedra Polida - última fase da cultura humana antes da utilização dos metais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • construções de adobe ou cabanas de madeira mais evoluídas • surgem as habitações sobre pilotis, mais seguras contra ataque de animais e protegidas da água

Na Grécia, por volta de 1700 a.C., as casas, apresentando forma retangular, eram feitas com tijolos engastados em painéis de madeira, que também serviam-lhe de ornamentação. Existem registros referentes a 500 a.C. que revelam uma divisão sócio-urbana da cidade grega: os mais pobres alugavam casas no centro, enquanto os mais ricos migravam para a periferia, em busca de espaço e de contato com a natureza.

Os romanos construíram casas semelhantes às gregas do mesmo período, mas se notabilizaram pelo emprego de *construções em arco*, estruturas que permitiram a construção não só de edifícios mas também de grandes obras, como os famosos aquedutos.

O princípio do arco, com suas variações, continuou propiciando a construção de estruturas para vencer vãos com segurança. DALZELL relata o uso dos principais materiais (madeira, pedra, tijolo, ferro, concreto) ao longo dos tempos, destacando que os arquitetos europeus dos séculos 11 e 12 criaram formas intrincadas de arcos e abóbadas a partir de conhecimentos adquiridos na experimentação empírica, lado a lado com os pedreiros.

A arquitetura medieval, assim como as demais artes naquela época, desenvolveu-se com um caráter acentuadamente religioso. As catedrais da Idade Média, na Itália e na França, seguiam nos séculos 11 e 12 os moldes da Roma Antiga, derivando daí a denominação de estilo *românico* usada para diferenciar estas construções das de estilo *gótico*, que se mostraram mais leves arquitetonicamente, caracterizadas pelos arcos agudos e ogivas, surgidas mais ao final da era medieval. (SOUTO MAIOR, 1973.)

PACEY (1980) descreve o trabalho dos arquitetos naqueles tempos, o qual envolvia não apenas o projeto do edifício, mas também o uso de conhecimentos de mecânica para o desenvolvimento de máquinas, como no caso de dispositivos usados para elevar blocos de pedra a grandes alturas. Esse autor denomina o arquiteto daquela época o "mestre dos artesãos".

Quanto às mudanças ocorridas bem mais tarde, nos séculos 18 e 19, DALZELL explica que "quando a Revolução Industrial começou exigindo a criação de edifícios dos quais não havia precedentes - fábricas e docas, pontes e viadutos para levar as novas estradas de ferro de indústria para indústria - novos usos foram encontrados para a pedra, mas foram os engenheiros e não os arquitetos que tiveram mais sucesso em adaptá-la a seu novo papel".

BURNS (1979) estabelece uma divisão histórica, denominando de Segunda Revolução Industrial o período posterior a 1860, caracterizado pelo domínio da *ciência na indústria*, pelo surgimento da *produção em massa* e de novos processos industriais.

Aproximadamente nessa época, a construção de edifícios exhibe novas tendências: as construções metálicas surgem na Europa, dentre elas a mais famosa - o Palácio de Cristal em Londres (1851). DALZELL comenta que os arquitetos daquele tempo criticavam o uso de unidades pré-fabricadas de ferro para construção, "considerando o material indigno da arquitetura séria".

O mesmo comportamento de "rejeição inicial" também teria ocorrido com relação ao concreto armado, proposto por engenheiros franceses já em 1898 e empregado por um inglês na construção da estrutura de um edifício nos Estados Unidos, pela primeira vez, em 1902 .

Para MONNIER (1985), o desenvolvimento do conceito de como projetar e construir seguiu, no século 20, as influências de grandes mestres da arquitetura, particularmente das idéias que Le Corbusier difundia em suas viagens pelo mundo, bem como de escolas de desenho industrial, como a *Bauhaus* alemã, cujos seguidores foram denominados "funcionalistas".

O enfoque funcionalista, adotado por Frank Loyd Wright, considerava o edifício "uma expressão diretamente aplicada ao seu propósito", assim como é o transatlântico, o avião ou o automóvel (CASTRO NETO, 1994).

Por outro lado, DALZELL (1977) considera que a apreciação da *beleza funcional* não foi uma descoberta de Le Corbusier e um produto da era da

máquina, mas que se trata de uma controvérsia bastante antiga, citando como paralelo o confronto entre a arquitetura *gótica* - funcional, orgânica, de sistema construtivo aparente e integrado à decoração do edifício - e a *renascentista*, esta voltada à forma, muitas vezes "ocultando a natureza da estrutura e dos materiais".

LEMOS (1982) analisa a evolução do pensamento na arquitetura, destacando a mudança ocorrida no final do século 19 e início deste, quando os arquitetos deixaram de ficar "muito presos à construção, às paredes", nas quais eles antes procuravam descobrir a beleza, chegando então à definição de que "a arquitetura é a arte de organizar o espaço", enfoque dominante até os dias atuais.

No século 20 o edifício passou a ser entendido como um objeto com funções definidas e marcantes, delineadas pela sua própria forma. Para a criação de formas novas e originais, contribuíram inovações como o concreto protendido, as cascas de concreto e as estruturas leves de aço.

Segundo CASTRO NETO (1994), Antonio Sant'Elia propôs em 1914 "evitar os materiais pesados em favor dos flexíveis, que permitam a mobilidade e o dinamismo: a arquitetura não deve ser permanente, mas efêmera". Mais tarde, na década de 60, um famoso grupo de arquitetos ingleses - o Archigram - veio novamente a se manifestar "contra a excessiva duração dos edifícios".

É importante observar, neste ponto, que as fontes bibliográficas de referência consultadas, em sua maior parte, propõem-se a apresentar aspectos marcantes de cada época, ou de vanguarda, analisando a atuação de

personagens consagrados da arquitetura, não se detendo naquilo que existe ou existia de mais freqüente e habitual na construção de edifícios.

No entanto, o que se encontra em livros e artigos publicados é significativo por mostrar o caminho pelo qual as mudanças conseguem fixar-se, influenciando a formação dos novos profissionais da arquitetura e a visão que estes terão da atividade de construir.

Observa-se até que o processo tradicional de construção, de modo variável em termos regionais, foi influenciado em todo o mundo ocidental pelas novidades e avanços incorporados em edifícios que se tornaram marcos da arquitetura, sendo perfeitamente possível reconhecer traços arquitetônicos dos grandes mestres em construções relativamente modestas e corriqueiras.

3.1.2 O arquiteto, o engenheiro e o construtor

ANDRADE (1994), discutindo em termos históricos a origem e o significado das profissões vinculadas à atividade de construir, analisa o sentido das palavras *engenheiro* e *arquiteto* em latim e grego, concluindo: "ambos os termos designavam o mesmo profissional, o inventor, o autor, o construtor".

Mais à frente, esses papéis dissociaram-se, diferenciando-se quanto à sua visão do objeto da atividade. NIEMEYER (1986) expressa assim sua visão de como mudaram os papéis dos profissionais, especialmente a partir do advento do concreto armado:

"Nos velhos tempos, nas construções mais remotas, projetar e construir um edifício representava uma única tarefa. Com o tempo, com a evolução da

técnica e os novos programas que a sociedade moderna instituiu, as construções tornaram-se mais complexas e surgiram o arquiteto e o engenheiro. O primeiro, projetando edifícios; e o segundo, os meios de construí-los".

Arquitetos de grande projeção no meio, como Oscar Niemeyer no caso brasileiro, levaram à disseminação de conceitos como "arrojo" e "formas livres", a arquitetura como "a obra de arte real".

Comentando as obras projetadas por Niemeyer, ANDRADE (1994) observa que "as inovações nem sempre foram fáceis em termos construtivos" e que "formas esculturais, caprichosas, ao lado da beleza que transmitiam ao edifício, propunham, não poucas vezes, grandes dificuldades". Esse autor relata que a utilização extensiva do concreto armado na arquitetura levou a soluções complexas e que "o desempenho dos materiais utilizados era de características inadequadas ao uso programado, de que resultava em rápida deterioração dos componentes dos edifícios".

Pode-se perceber a transformação dos papéis, ao comparar esta visão da atualidade com a situação vivida até antes da Revolução Industrial, quando "o artista, o arquiteto e o engenheiro eram, a rigor, a mesma pessoa". (PACEY, 1980.)

PACEY também faz referência aos antigos romanos, citando a obra escrita por Vitrúvio em 30 d.C., onde se tratava de arquitetura e de engenharia, descrevendo técnicas e máquinas que eram utilizadas pelos arquitetos na atividade de construção.

Em adição ao ponto de vista anterior, MARK (s.d.) afirma que "ao contrário dos antigos mestres-de-obras, muitos arquitetos de hoje¹ sentem-se totalmente livres para projetar estruturas com praticamente qualquer forma, não importando seu tamanho ou o ambiente em que venha a se localizar. Esses profissionais confiam exageradamente na intervenção dos consultores de engenharia".

Segundo afirmação desse último autor, a evolução que ocorria naturalmente de uma obra para outra, a partir da observação dos resultados obtidos com novos detalhes e soluções construtivas, não tem sido mais possível, pois existe hoje uma separação entre o escritório de arquitetura e o canteiro de obras.

Outros fatores, como o surgimento da consciência política do valor social da habitação, juntamente com as tendências da arquitetura de vanguarda, que no pós-guerra deu espaço à aplicação de teorias de industrialização e pré-fabricação da construção, colaboraram no sentido de estimular a ruptura da tradicional forma de se construir.

O projeto de edifícios passou a ser objeto de dois enfoques básicos: um primeiro, o *arquitetônico*, buscando uma identidade cultural e a inovação estética e funcional; e um segundo, o *tecnológico*, que viveu grande dispersão de caminhos entre o tradicional, cada vez menos valorizado, e o inovador, cujos resultados por vezes foram insatisfatórios quanto a requisitos básicos de desempenho.

¹ Quanto ao contexto desta afirmação, pode-se esclarecer que o artigo correspondente é de autoria de um professor da Universidade de Princeton, publicado com certeza após 1983, embora a data de publicação não constasse da cópia.

A partir do que foi visto até aqui, é interessante salientar que a *qualidade do projeto* é, erroneamente, confundida com a qualidade da *proposta arquitetônica*, causando assim interpretações distorcidas do papel do projeto. Esse ponto será melhor discutido no item 3.3.

Não se pode também ignorar o processo de transformação que ocorreu com a mão-de-obra, no qual o trabalhador da construção, que foi um dia um *artesão*, conhecedor de seu ofício e responsável simultâneo pela "concepção", "execução" e "controle" das operações a ele confiadas pelo arquiteto ou construtor, resultou hoje em operário desqualificado.

Esse processo sofrido pela mão-de-obra foi descrito, para o caso brasileiro, por SOUZA & MELHADO (1991), conforme reproduzido a seguir.

"Durante o processo de colonização de nosso país a força de trabalho era composta por dois diferentes grupos de operários: trabalhadores assalariados eram auxiliados muitas vezes por escravos do proprietário do empreendimento. Com a vinda da Família Real para o Brasil e a Abertura dos Portos, muitos arquitetos estrangeiros passaram a dar contribuições à construção. Nesse mesmo período surgiram também as primeiras escolas de Engenharia.

O período compreendido entre os anos de 1850 e 1930, aproximadamente, pode ser considerado o da efetiva formação da Indústria da Construção Civil Nacional. A construção ferroviária aparece com destaque, sendo que a atuação de empresas estrangeiras foi de grande influência para o surgimento de uma classe operária de prestígio e bem organizada politicamente: os operários de construção.

De 1930 a 1950 nota-se uma progressiva interferência do Estado. As inovações tecnológicas introduzidas, normalmente simplificando muitas das tarefas do edifício, são acompanhadas de uma gradativa desqualificação do profissional de construção.

No período de 1955 a 1970 o setor é marcado por uma forte demanda. Acentuou-se seu papel sócio-econômico como absorvedor da mão-de-obra. O operário perde o 'status' de elite do início do século e passa à categoria de operário desqualificado, denominada por muitos como 'peão de obra'."

Pelo exposto, vê-se que um dos efeitos conjuntos das mudanças na postura dos projetistas e nas características da mão-de-obra foi o distanciamento entre a concepção e gerenciamento da obra e a sua execução, fazendo com que não haja uma hierarquia contínua como existe em outras indústrias. Para determinadas questões surgidas durante o transcorrer da obra, nem o projetista, nem o engenheiro de obra, nem o mestre ou encarregado e muito menos o operário, terão respostas adequadas.

A habilidade essencial de construir que o Homem desenvolveu deixou de ser um conhecimento rudimentar, meramente empírico, transmitido através das gerações, para tornar-se uma atividade *industrial* complexa, a partir da introdução de conhecimentos originados nas ciências. Ao mesmo tempo, *arte* e *ofício*, que eram ligadas na origem da atividade, dissociaram-se e houve uma perda do valor da mão-de-obra. Desse modo, a produção bastante artesanal foi-se tornando contrastante com a concepção mais e mais elaborada das obras. Esse contraste permanece até hoje.

Na busca de propostas, acredita-se que é fundamental avaliar de que modo a participação e o enfoque profissional de arquitetos e engenheiros, em seus papéis de projetistas e como construtores, influenciam a qualidade na construção de edifícios. A dissociação progressiva entre a atividade de construir propriamente dita (execução) e a concepção da obra (projeto) criaram algumas lacunas no cerne do setor de atividade.

A partir da interpretação dos dados colhidos na bibliografia, elaborou-se um resumo das principais mudanças na participação de construtores, arquitetos e engenheiros. Esta análise pode ser visualizada através da tabela 3.2.

ANDRADE (1994) relata o princípio da construção de edifícios brasileira, comentando quanto ao período da colonização: "uma época de primitivismo construtivo, especialmente em Pernambuco, no Recôncavo e no lagamar de São Vicente, como consequência da implantação das primeiras feitorias e nas quais o construtor esteve presente levantando paredes e tetos para abrigar produtos da terra e gente para a sua defesa. Copiavam o processo indígena, empregando os mesmos materiais, não podendo fugir dos métodos nativos tradicionais da construção neolítica".

Mais tarde, ainda durante o período de Brasil-Colônia, segundo ANDRADE, surgiram as primeiras construções significativas, incluindo torres de pedra, feitorias e capelas, sendo obras de "alguns construtores denominados indiferentemente Mestres, Arquitetos e até Engenheiros Militares".

Tabela 3.2 Mudanças nos papéis de construtores, arquitetos e engenheiros

PERÍODO HISTÓRICO	SITUAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Pré-História (até aprox. 3000 a.C.) 	<ul style="list-style-type: none"> • surge a atividade de construção de edifícios • construtor, arquiteto e engenheiro são a mesma pessoa
<ul style="list-style-type: none"> • Antiguidade (3000 a.C.-476 d.C.) 	<ul style="list-style-type: none"> • a construção de edifícios é instrumento de poder e aproxima-se das artes • o construtor é um feitor de escravos
<ul style="list-style-type: none"> • Idade Média (476-1453) 	<ul style="list-style-type: none"> • o conhecimento de engenharia (uso de máquinas) torna-se fundamental na atividade de construção • o construtor é um artesão bastante tradicional e valorizado
<ul style="list-style-type: none"> • Idade Moderna (1453-1789) 	<ul style="list-style-type: none"> • avanço das ciências, influenciando a engenharia • confronto entre aspectos funcionais e estéticos da construção
<ul style="list-style-type: none"> • Idade Contemporânea da 1ª Revolução Industrial (1789) até 1860 	<ul style="list-style-type: none"> • mudanças no uso dos materiais estruturais na construção de edifícios • arquiteto e engenheiro são profissionais diferentes ligados a construções diferentes
<ul style="list-style-type: none"> • Idade Contemporânea após 2ª Revolução Industrial (1860 em diante) 	<ul style="list-style-type: none"> • novas teorias da Arquitetura procuram mudar seu papel na sociedade • mudança gradual nas características da mão-de-obra e posterior perda de tradição do ofício • especialização crescente da Engenharia, surgindo subdivisões na atuação profissional • divisão de trabalho entre os vários profissionais de Arquitetura e de Engenharia, devido à complexidade crescente dos conhecimentos empregados no projeto e construção de edifícios • arquiteto e engenheiro são profissionais diferentes que trabalham de modo interdependente

"Em 1649, D. João 4º enviara ao Brasil o engenheiro holandês Miguel Timermans com encargos profissionais e para ensinar 'a alguns naturais a sua arte, para que não estejamos dependendo de estrangeiros'; foi um dos pontos de partida do plano que haveria de imprimir grande desenvolvimento aos estudos matemáticos e a suas aplicações no campo da cartografia e da construção" (ANDRADE).

O mesmo autor dá destaque à construção de capelas, igrejas, mosteiros e conventos: "as mais elaboradas e permanentes construções civis no Brasil entre os séculos 16 e 18 foram as edificações religiosas (...) as principais ordens trouxeram em seus quadros inúmeros Mestres de Obras, muitas vezes denominados arquitetos e, mais raramente, engenheiros, que planejavam e construíam suas igrejas e casas conventuais".

Em 1816 foi fundada a *Escola Real de Ciências, Artes e Ofícios*, que tornou-se "núcleo das 'mestranças', ou seja, de conselhos de indivíduos mais qualificados de uma corporação (...) reunidos para decisões administrativas, com referência à capacitação de pessoas para o exercício profissional - os denominados mestres de ofícios".

Ainda segundo ANDRADE, foram marcos fundamentais na história da construção de edifícios no Brasil as fundações das *Escolas Politécnicas*: a do Rio de Janeiro em 1874, a de São Paulo em 1893 e a de Porto Alegre, 1896. A valorização da Engenharia, da Medicina e da Agricultura fazia parte do movimento positivista brasileiro, bastante intenso naquela época.

O mesmo autor também relata que em 1898 a Escola Politécnica de São Paulo contava com dois gabinetes, um deles o de *Resistência dos Materiais*, criado e

organizado pelo Prof. Paula Souza e pelo Prof. W. Fischer de Zurique e, o outro, de *Arquitetura*, dirigido pelo Prof. Ramos de Azevedo.

A modernização das demais indústrias, especialmente a partir do final da Segunda Grande Guerra, mostra caminhos para uma *revisão* dentro do processo de evolução da atividade de construção de edifícios. Para tanto, será necessário compreender os fatores que compõem o "atraso" que caracteriza o setor hoje, bem como as formas pelas quais o projeto pode participar daquele processo.

ROTSTEIN (1993) avalia que o período de 1950 a 1980 foi aquele em que as empresas construtoras e de projeto e consultoria "deram um salto no Brasil", consolidando um patrimônio de conhecimento técnico, o que foi permitido pelo grande número de obras públicas realizadas. No entanto, a redução mais recente dos investimentos do Estado mostrou a fragilidade do setor, levando muitas empresas a buscar novo espaço em empreendimentos privados.

Quanto ao espaço profissional, o confronto entre passado e tendências atuais indica que não se trata de redefinir as *atribuições de engenheiros e arquitetos*, mas de criar novas formas de *relacionamento* entre eles; poderão também surgir novos perfis profissionais ligados a atividades que exijam conhecimentos de métodos de organização e de gerenciamento, na busca de uma saída para as dificuldades advindas da especialização crescente.

3.2 A Evolução do Setor de Construção de Edifícios e o Projeto

3.2.1 A insatisfação com a situação atual

Conforme mencionado na Introdução, os resultados de pesquisas realizadas em 1993 junto a empresas construtoras indicam que a grande maioria ainda não iniciou a adaptação aos modernos preceitos da qualidade. Segundo os resultados publicados em uma conhecida revista especializada, 86% das empresas não possuem programas internos de qualidade e produtividade; além disso, os 14% restantes incluem uma parcela (5%) correspondente a programas voltados apenas à produtividade (CAMARGO, 1994). Na mesma pesquisa, 60% das empresas "garantiram não ter conhecimento da ISO 9000".

Resultados bastante semelhantes foram obtidos por FRUET & FORMOSO (1993) em consulta a 45 empresas de Porto Alegre, em que encontraram políticas definidas para a qualidade apenas em 7 empresas (15%). Por outro lado, apenas 28% dos entrevistados desconheciam a série ISO 9000.

Em pesquisa realizada junto a empresários, diretores, gerentes técnicos e administrativos e engenheiros de empresas de São Paulo associadas ao SINDUSCON, SOUZA & MEKBEKIAN (1992) promoveram uma auto-avaliação em relação a requisitos da qualidade naquelas empresas.

Nos resultados desta última pesquisa observa-se que as empresas admitem que seus produtos, serviços e organização apresentam problemas em relação à qualidade, sendo que o item pior avaliado foi "projeto", em que a apresentação formal foi considerada geralmente superior ao conteúdo. Dentro desse item, os pontos mais criticados foram "detalhamento das especificações".

PRODUTO

PROCESSO

técnicas" e "controle da qualidade do projeto". Segundo os autores, ficou revelado que na opinião dos consultados os problemas maiores não se concentram nas atividades de produção propriamente ditas, mas no âmbito da direção e gerenciamento das empresas e na concepção dos empreendimentos.

VARGAS (1993), ao analisar as atitudes empresariais no setor, critica as relações distorcidas entre projetistas e construtores: "historicamente, arquitetos, projetistas de instalações e calculistas estão voltados para suas funções particulares (...) sem qualquer ligação com quem vai construir" e, por outro lado, com frequência "as construtoras iniciam a obra sem ter o projeto definitivo".

No Encontro Franco-Brasileiro sobre Qualidade na Construção, ETIENNE (1993) demonstra que o seguro-construção, implantado na França desde 1978, foi uma iniciativa para melhorar o equilíbrio nas relações entre empreendedores, projetistas, construtores e os usuários, reduzindo a incidência de problemas patológicos e estimulando a evolução na busca da qualidade. Esse seguro está fundamentado em um regime de responsabilidades, bastante bem definidas, no qual *inclusive os projetistas* assumem responsabilidade frente ao usuário (garantia decenal de bom desempenho).

CAMBIAGHI (1992) afirma que "as exigências dos empreendedores em terem suas obras concluídas o mais rápido possível para 'aproveitar' os momentos econômicos ('boom') têm levado a uma diminuição cada vez maior do tempo para projetos, para planejar, pensar, refletir, aferir e optar por melhores alternativas." Tal colocação mostra-se bastante legítima na atualidade, se

entendida como uma expressão do tipo de relacionamento que, muito freqüentemente, se estabelece entre empreendedores e projetistas, na área de construção de edifícios. É possível até que a "pressão psicológica" exercida pelo empreendedor, motivada por fatores de instabilidade do mercado e pelas necessidades comerciais envolvidas, seja maior para o projetista do que realmente tais fatores exigiriam. Nesses casos, isso significaria uma atitude do próprio empreendedor no sentido de prejudicar a qualidade.

Assim, CAMBIAGHI reforça a idéia de que a atitude do empreendedor apresenta-se geralmente dentro de um enfoque equivocado, afirmando que "o tempo 'gasto' com projeto e planejamento 'aborrece' a todos (...). Poucos são os que valorizam e reconhecem a importância daqueles que produzem idéias representadas no papel."

TURK (1988), referindo-se à modernização dos empreendimentos necessária para atender às situações decorrentes da especificação de sistemas de *automação predial*, aponta um quadro de dificuldades: "A indústria de construção de edifícios envolve diferentes participantes com interesses conflitantes. Cada empreendimento é uma combinação única de pessoas, que estabelecem relações temporárias para a consecução da tarefa. Os sistemas e métodos que elas utilizam são determinados pelo seu papel no empreendimento e práticas estabelecidas. O conceito de sistemas centralizados de informação empregados na coordenação de projeto é estranho a muitos membros da indústria de construção de edifícios britânica e visto com cautela, uma vez que poderia afastar o enfoque competitivo de organização individual". Essa discussão poderia perfeitamente estar referida à realidade do mercado brasileiro de construção de edifícios.

Também dentro da temática sugerida pelo advento da automação predial, LUSH (1988) compara a organização convencional da equipe de projetistas, em que o arquiteto lidera o processo em contato direto com o cliente, com aquela que seria a ideal, ou seja, uma *equipe multidisciplinar* envolvida de modo *conjunto* desde a concepção inicial a partir do contato com o cliente (empreendedor). Esse autor avisa que, no caso de edifícios complexos, mas também possivelmente em todos os casos, os resultados obtidos com a forma convencional são "pobres".

Dentro do enfoque aqui desenvolvido, fica claro que a evolução do setor de construção de edifícios deve introduzir novas situações, para as quais a forma convencional de projetar um edifício não está apta a oferecer respostas adequadas; faz-se necessária uma maior integração entre os especialistas que participam do projeto. A tendência de subdivisão cada vez maior do projeto em partes distintas desenvolvidas por profissionais diferentes, dentro de um nível de especialização crescente, traz como decorrência a necessidade de uma coordenação eficiente do processo - tanto no que diz respeito à informação utilizada (dados de entrada) quanto à decisão (dados de saída).

3.2.2 O papel do projeto

É fundamental, para a obtenção da qualidade, que o empreendedor valorize a fase de projeto. Na defesa desse ponto de vista, pode-se citar as considerações feitas pelo grupo do Construction Industry Institute - CII acerca da importância das fases iniciais do empreendimento: nestas primeiras fases, as decisões tomadas são as que têm maior capacidade de influenciar o custo final. Esta influência é ilustrada pela figura 3.1.

Figura 3.1 Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases (CII, 1987)

Também HAMMARLUND & JOSEPHSON (1992) defendem a idéia de que as decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento são importantes, atribuindo-lhes a principal participação na redução dos *custos de falhas* do edifício (conforme figura 3.2).

Na observação da figura 3.2, é muito expressiva a importância atribuída pelos autores às fases iniciais do empreendimento - do estudo de viabilidade à conclusão do projeto - em que, apesar do baixo dispêndio de recursos, concentram-se boa parte das chances de redução da incidência de falhas e dos respectivos custos.

Na prática corrente, porém, muitas vezes o projeto de um edifício é entendido como um ônus que o empreendedor deve ter antes do início da obra, encarado portanto como uma despesa a ser minimizada o quanto for possível, já que não

se tem inicialmente os recursos financeiros necessários e suficientes para executar o empreendimento, antes de aprovar o projeto junto aos órgãos competentes (BARROS & MELHADO, 1993).

Figura 3.2 O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício (HAMMARLUND & JOSEPHSON, 1992)

Como forma de ilustração desta afirmação, os autores acima apresentam um gráfico que relaciona o prazo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades envolvidas (figura 3.3).

Observe-se na figura 3.3 a indicação da atividade de projeto, que ocorre na primeira etapa do empreendimento, apresentando custo reduzido, com a finalidade clara de não "onerar" o custo inicial e total do empreendimento, além de ter um prazo restrito, apesar de que entre o término do projeto e o início efetivo da obra acaba decorrendo um extenso período.

Figura 3.3 Gráfico que relaciona o tempo de desenvolvimento de um empreendimento de edifício e o custo mensal das atividades (BARROS & MELHADO, 1993)

Em um contexto análogo, mas dirigido à indústria automobilística, FERREIRA (1993) resume assim a participação da etapa de projeto na obtenção do sucesso de um produto: "investir mais no projeto pode reduzir em até 60% os custos de produção e em 40% o tempo total até o lançamento". O autor enfatiza ainda a grande contribuição dada pelo projeto para os resultados do produto a longo prazo, econômicos e de penetração no mercado.

Segundo MELHADO & VIOLANI (1992a): "Para obter-se sucesso em um empreendimento, o projeto não pode ser resumido à caracterização geométrica no papel da obra a ser construída. O projeto deve conceber, além do produto, o seu processo de produção; (...) deve assumir o encargo fundamental de agregar eficiência e qualidade ao produto".

Nesse sentido, acredita-se que o "investimento" em prazo e custo do projeto deveria assumir um papel diferenciado do atual - ou seja, seria necessário um maior investimento inicial, para permitir um maior desenvolvimento do projeto,

ainda que nesta fase houvesse um deslocamento para cima do custo inicial do empreendimento e, eventualmente, um tempo maior dedicado à sua elaboração. Essa idéia é exemplificada no gráfico proposto na figura 3.4.

Figura 3.4 Gráfico que relaciona o tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades, com a idéia de um maior "investimento" na fase de projeto (BARROS & MELHADO, 1993)

Evidentemente pode-se questionar quais seriam o custo e o tempo ideais para a elaboração do projeto de um empreendimento, mas a resposta não será exata. O que se sabe é que em países desenvolvidos o tempo de projeto muitas vezes chega a ser da mesma ordem de grandeza do tempo dedicado posteriormente à obra, procurando-se, com isto, evitar as deficiências e os desperdícios comuns na fase de execução e obter um melhor desempenho do produto final. No Brasil, porém, não existe tal cultura; o projeto é quase sempre visto como um "mal necessário" em função das exigências legais. Esse é um dos motivos que levam os projetos a serem simplesmente indicativos, fazendo com que parte das decisões que caberiam ao projeto sejam efetivamente tomadas durante a realização da obra.

3.3 O Conceito de Projeto

3.3.1 O significado de "projeto"

A maioria dos conceitos e definições de "projeto", obtidos a partir da bibliografia relacionada com o tema, estão ligados ao *procedimento ou prática* de projetar e, nesse sentido, pode-se entender o projeto como sendo:

"... um processo para a realização de idéias que deverá passar pelas etapas de: idealização, simulação (análise) e implantação (protótipo e escala de produção)" (RODRIGUEZ, 1992);

"... um modelo de solução para resolver um determinado problema" (MARQUES, 1992);

"... uma atividade criativa, intelectual, baseada em conhecimentos (..) mas também em experiência (...) um processo de otimização" (STEMMER, 1988).

Tem-se nessas definições o enfoque de projeto como *criação*. Por outro lado, é possível encontrar também na bibliografia uma série de definições de *projeto* de um ponto de vista mais voltado aos *resultados* do mesmo, delineando o seu *propósito individual, social, político ou cultural*:

"... é uma idéia que se forma de executar ou realizar algo, no futuro" (FERREIRA, 1986);

"... a atividade de criar propostas que transformem alguma coisa existente em algo melhor" (McGINTY, 1984);

"... o projeto é parte e reflexo de uma atitude global de seu autor e, através dele, do tempo em que vive" (FERRO, 1979);

"... a ação de intervir ordenadamente, mediante atos antecipatórios, no meio ambiente. A ação pode manifestar-se em produtos, edifícios, sinais, avisos publicitários, sistemas, organizações, tanto em estruturas físicas como em estruturas não físicas." (BONSIEPE, 1983).

Outros conceitos poderiam ser incorporados a esses; no entanto, quando se fala em *projeto de edifícios*, acredita-se que se deva extrapolar a visão do produto ou da sua função. Nesse caso, fica claro que o projeto deva ser encarado, também, sob a ótica do processo (no caso, a *atividade de construir*).

E, também nesse contexto, o projeto deve ser encarado como *informação*, a qual pode ser de natureza *tecnológica* (como no caso de indicações de detalhes construtivos ou locação de equipamentos) ou de cunho puramente *gerencial* - sendo útil ao planejamento e programação das atividades de execução, ou que a ela dão suporte (como no caso de suprimentos e contratações de serviços), sendo assim de importância crucial.

Entretanto, tem-se verificado em geral o oposto, sobretudo no processo tradicional de construção, no qual MELHADO & VIOLANI (1992a) apontam "uma freqüente dissociação entre a atividade de projeto e a de construção, sendo que o projeto geralmente é entendido como instrumento, comprimindo-se o seu prazo e o seu custo, merecendo um mínimo de aprofundamento e assumindo um conteúdo quase meramente legal, ao ponto de torná-lo simplesmente indicativo e postergando-se grande parte das decisões para a etapa de obra".

Portanto, pode-se perguntar: como fazer, na construção de edifícios, para harmonizar no projeto a visão do produto com a visão das condicionantes de produção, integrando as etapas do empreendimento? Como fazer valer os conceitos de que "projetar é construir no papel" ou ainda que "projetar é antecipar as possibilidades, prever, predeterminar" (o processo de produção, a obra), constantes da definição filosófica da palavra, expressa por ABAGNANO (1981)?² Para responder a estas questões deve-se contextualizar o projeto de edifícios, o que é feito a seguir.

3.3.2 O significado do projeto no contexto do empreendimento

No sentido de permitir o melhor entendimento do contexto no qual tornou-se distorcido esse papel que seria intrínseco ao projeto, MELHADO & VIOLANI discutem a composição de participantes envolvidos em um empreendimento na área de construção de edifícios.

Na maior parte das vezes, pode-se dizer que o processo do empreendimento, em suas diversas fases, envolve quatro categorias de **participantes** principais:

- o **empreendedor**, responsável pela geração do produto;
- o **projetista**, atuando na formalização do produto;
- o **construtor**, que viabiliza a fabricação do produto;
- o **usuário**, que assume a utilização do produto.

² Mais à frente, no capítulo 6, apresenta-se uma definição de *projeto*, dentro do conjunto de propostas deste trabalho.

Os quatro participantes acima possuem interesses próprios e capacidade diferente de intervir no processo, como é natural, além de *interesses* em comum; dentre esses últimos, inclui-se o sucesso do empreendimento. A figura 3.5 apresenta, de forma esquemática, os participantes envolvidos no empreendimento e seu relacionamento.

Figura 3.5 Os quatro principais participantes que atuam em um empreendimento de construção de edifícios (MELHADO & VIOLANI, 1992a)

O *empreendedor*, o *construtor* e o *usuário* podem ser considerados *clientes* do projeto, dentro da ótica da qualidade (como visto no item 2.2.3 deste trabalho).

Sendo clientes do projeto, o mesmo deveria levar em conta as necessidades do empreendedor, do construtor e do usuário, para então melhor satisfazê-las;

nesse sentido, pode-se atribuir a cada um desses clientes um conjunto de aspectos que denotam o ponto de vista pelo qual a qualidade de um dado projeto seria avaliada:

- *o empreendedor avaliaria a qualidade do projeto a partir do alcance de seus objetivos empresariais, que envolvem seu sucesso quanto à penetração do produto no mercado, a formação de uma imagem junto aos compradores, bem como - ou até principalmente - pelo retorno que o projeto ajudasse a proporcionar a seus investimentos, ou pelo menos, pela manutenção dos custos previstos para o empreendimento;*
- *o construtor avaliaria a qualidade do projeto com base na clareza da apresentação, importante para facilitar o trabalho de planejamento da execução, em que o conteúdo, a precisão e a abrangência das informações podem reduzir a margem de dúvida ou necessidade de correções durante a execução, além de analisar a potencial economia de materiais e de mão-de-obra, capazes de proporcionar redução de desperdícios;*
- *o usuário avaliaria a qualidade do projeto na medida da satisfação de suas intenções de "consumo", envolvendo conforto, bem-estar, segurança e funcionalidade, somando-se a estas baixos custos de operação e de manutenção; ressalte-se que este é o cliente externo.*

No entanto, o peso da satisfação de cada cliente no conjunto destas relações pode vir a ser diferenciado, na medida em que o empreendedor tenha função de maior ascendência, como *contratante* do projetista, por exemplo. E, dependendo do caso, construtor e projetista constituirão partes da mesma

empresa - os clientes internos, em cada caso, podem ter importâncias diferentes.

BOBROFF (1993) também coloca a identificação desses vários clientes como uma das dificuldades no posicionamento do projeto, implicando em piores condições para o desenvolvimento do produto na Construção Civil, em comparação com outras indústrias. A proposta que se está trazendo com este trabalho visa exatamente a valorização dos *interesses em comum*, a favor da evolução tecnológica e da qualidade dos produtos neste setor de atividade econômica.

Em termos ideais, dentro do âmbito dos interesses comuns, o projeto pode assumir o encargo fundamental de agregar eficiência e qualidade ao produto e ao processo construtivo, salvaguardando assim o *interesse de todos*, uma vez que a qualidade interessa:

- ao empreendedor, que através de produtos de fácil aceitação e venda, obtém resultado econômico e maior competitividade face aos concorrentes;
- ao projetista, que pode, através do sucesso do edifício construído e entregue, obter realização profissional e pessoal e ampliar seu currículo;
- ao construtor, que visa cumprir do modo mais eficiente suas tarefas de execução, minimizando o retrabalho nas fases finais de obra ou após a entrega das unidades;
- ao usuário, pelo desempenho satisfatório do edifício em sua utilização, e durabilidade adequada ao retorno do capital investido no imóvel.

Comparando-se o conjunto das relações mostradas na figura 3.5 com o *ciclo da qualidade*, apresentado no item 2.2.2, percebe-se que este focaliza o problema de forma mais ampla, incluindo os fornecedores e distribuidores de materiais e componentes; porém, estes não apresentam ligações tão diretas com os quatro participantes do empreendimento, podendo ser incluídos no mesmo grupo que contém o construtor.

Uma análise semelhante foi apresentada por BOBROFF (1991), quanto ao relacionamento entre os "condutores" da indústria de construção de edifícios na França³. Entre outros aspectos, BOBROFF destaca o interesse crescente no controle do projeto por parte de todos: "a lucratividade e redução dos riscos na atividade de construção passam obrigatoriamente pelo controle do projeto e a administração das interfaces", ou seja, são importantes o relacionamento entre os participantes do processo e a influência que o projeto possui sobre os resultados do empreendimento. Também CNUDE (1984) apresenta esses três participantes como os principais intervenientes no processo da construção civil ("maître d'ouvrage, architecte/ingénieur, exécutant").

Em função da importância do projeto para todos, apresenta-se e discute-se, na sequência, a forma de participação do projeto no ciclo do empreendimento, em função de algumas características específicas que este possa apresentar. Ao se definir o ciclo do empreendimento como o relacionamento entre os participantes anteriormente mencionados, constituídos por grupos com atuação definida ao longo das fases que compõem esse ciclo, deve-se observar que a atuação daqueles quatro participantes é variável em função

³ A autora cita como principais condutores da indústria de construção de edifícios:

- o cliente investidor;
- o arquiteto; e
- a empresa construtora.

dessas características específicas do empreendimento, particularmente quanto à importância dada ao *projeto* (BARROS & MELHADO, 1993).

E, ao se estudar o empreendimento sob a ótica da qualidade, mostra-se importante retomar a análise do *ciclo da qualidade*, objetivando viabilizar a implantação de sistemas da qualidade em empresas construtoras e visando a garantia da qualidade do produto final. Tal análise foi feita por PICCHI (1993), em sua tese de doutoramento, apresentando dois ciclos característicos: o de empresas de incorporação e construção, mostrado na figura 3.6, e o de construção de edifícios por empreitada (figura 3.7).

Na realidade, o ciclo do empreendimento não exhibe a continuidade e a definição que aparentava haver quando foi analisado o assunto no capítulo 2. Mais que isso, dependendo das características particulares do empreendimento, torna-se necessário apresentar as várias relações existentes de modo a expor as dificuldades que atingem a busca pela qualidade.

Observe-se que essas duas últimas figuras explicitam as descontinuidades e interferências que ocorrem na realidade, na produção de edifícios. Note-se nas figuras que há a representação diferenciada de determinadas relações que acontecem paralelamente às principais, as quais determinam etapas importantes; por esse motivo, o autor coloca a participação de fabricantes e distribuidores de materiais e componentes em uma "alça" ligada à área de suprimentos da empresa considerada - o que é bastante mais representativo da realidade, comparando-se ao que foi visto no capítulo 2.

Figura 3.6 O ciclo da qualidade em empresas de incorporação e construção (PICCHI, 1993)

Assim, a partir dos ciclos de empreendimento apresentados, é possível caracterizar um conjunto de *difficultades* que levam a distorções do projeto, quanto à sua função dentro do ciclo, seus objetivos de elaboração e seu próprio conteúdo (conforme BARROS & MELHADO, 1993).

No âmbito das empresas de construção e incorporação, na construção de empreendimentos habitacionais (correspondente ao ciclo da figura 3.6), por exemplo, pode-se apontar as seguintes dificuldades na obtenção da qualidade do projeto:

- a elaboração do projeto de arquitetura sofre grande pressão de prazo, pelo interesse na aprovação do projeto junto aos órgãos competentes (prefeitura municipal, por exemplo), ou na obtenção de fontes de financiamento;
- de modo geral, sobressai a preocupação com os aspectos comerciais, predominando os interesses de "marketing" em relação aos da qualidade;
- o detalhamento do projeto tende a ser exageradamente postergado, tendo em vista, muitas vezes, a espera pela viabilização de fontes de recursos para o empreendimento, ou, simplesmente, por não se considerar necessário tal detalhamento, exceto quando da execução;
- em determinados casos, o acabamento das unidades pode ser personalizado segundo o interesse do comprador, limitando as possibilidades de intervenção do projeto, que pode ser detalhado apenas até a chamada "obra bruta";
- a contratação de profissionais ou empresas projetistas é conduzida, muitas vezes, com base em concorrência de preços, constituindo-se no foco principal das preocupações com a redução dos custos das fases iniciais do empreendimento;
- nesse contexto, o projeto, em resumo, serve para *obter aprovação, para mostrar aos compradores, para conseguir recursos de financiamento, para fazer orçamento, permitir a contratação por concorrência e, apenas por último, para ser instrumento útil à execução da obra.*

Figura 3.7 O ciclo da qualidade em empresas de construção por empreitada (PICCHI, 1993)

De modo análogo, poder-se-ia traçar um quadro semelhante para ilustrar as dificuldades que surgem para o aumento da qualidade de projetos de *obras públicas*, no contexto de contratos de empreitada - que não são objeto deste trabalho - onde, por outros motivos, também se apresenta um quadro desfavorável. Conforme afirma ROTSTEIN (1993), "a tendência ao desperdício, ao superdimensionamento, à ostentação, é uma constante nos empreendimentos conduzidos pela burocracia estatal".

3.4 Considerações Finais Sobre os Temas do Capítulo 3

As mudanças ocorridas no decorrer do processo histórico de civilização levaram o Homem a viver em abrigos artificiais por ele construídos, gerando um ramo básico da atividade humana, que é a *construção*. Esta atividade sofreu algumas alterações de enfoque desde sua origem, convivendo hoje uma série de pontos de vista diferentes e resultando no aumento da complexidade da atividade de construir. Particularmente, a partir da introdução da tecnologia em substituição parcial ao empirismo, bem como da especialização profissional crescente, pode-se perceber que as mudanças não foram adequadamente absorvidas pela Construção Civil.

Para a implantação de *sistemas da qualidade* em um setor da Construção Civil, é importante considerar as peculiaridades que apresentam os seus produtos, onde pode ser útil a compreensão de sua evolução histórica. E, dentro desse enfoque, a *conceituação da atividade de projeto*, distorcido o seu papel pelas mudanças ocorridas ao longo dos tempos, apresenta-se hoje incoerente e inadequada, com reflexos negativos sobre a qualidade.

O projeto pode ter vários significados, segundo o enfoque dado à sua definição, alguns desses merecendo destaque. Pode-se ter a atividade de projeto como *criação*, seja esta baseada em arte ou técnica; ou o projeto visando uma dada finalidade, propósito, dando destaque ao seu *resultado como intervenção*. Como contraponto, tem-se o projeto como *parte da atividade de construir*, indissociável desta última; e, também associado à atividade de construir, o projeto como *produto informação*.

Ao analisar a *participação do projeto* no contexto do *empreendimento*, em contraste com a discussão de seu significado, fica constatado o seu esvaziamento como parte da atividade de construir. Esta importância do projeto muitas vezes é desprezada em função da orientação do processo que gera o produto edifício.

Pelas dificuldades apontadas ao longo deste capítulo, demonstra-se claramente a necessidade de rever a filosofia que conduz o empreendimento, tendo como consequência a *formulação de diretrizes* diferentes para a elaboração de projetos. A atuação e responsabilidades dos quatro participantes do empreendimento deve ser alterada, em favor da *qualidade* e da implementação de uma filosofia baseada em princípios de *evolução tecnológica, racionalização e construtibilidade*, dando assim um novo conteúdo ao projeto. Complementando esta visão, esses últimos pontos serão tratados a seguir, no quarto capítulo deste trabalho.

4 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA, RACIONALIZAÇÃO, CONSTRUTIBILIDADE E O PROJETO DE EDIFÍCIOS

Os elementos tratados neste quarto capítulo do trabalho são considerados aspectos fundamentais para ajudar a tornar claro o enfoque da tese, uma vez que as proposições feitas no sexto capítulo serão estruturadas dentro de uma visão tecnológica, objetivando a qualidade do projeto sempre considerando as questões básicas que afetam o processo de produção.

Serão tratadas aqui as relações entre a *qualidade do projeto* e a busca de *evolução tecnológica*; entre a *qualidade do projeto* e a aplicação de princípios de *racionalização construtiva*; e, entre a *qualidade do projeto* e o conceito de *construtibilidade*.

4.1 Importância do Projeto para o Desenvolvimento de Tecnologia

4.1.1 Os significados de Técnica, Ciência e Tecnologia

Ao analisar a inteligência humana, BOCHENSKI (1977) coloca a *Técnica* dentre as características que distinguem o homem dos outros animais: "consiste essencialmente em que o homem se serve de instrumentos que ele mesmo fabrica", enquanto que alguns outros animais fazem uso apenas de instrumentos disponíveis na natureza.

Além da técnica, BOCHENSKI coloca entre as peculiaridades do homem a *tradição* e o *progresso*: "o homem é inventivo; enquanto que os outros animais transmitem seu conhecimento de modo fixo e rígido de geração em geração, entre os homens cada geração sabe mais e mais que a anterior".

O autor acima destaca ainda, como comportamento particular do homem, a busca do saber, ainda que muitas vezes desvinculado da necessidade prática: a *Ciência*.

MORAIS (1983), ao analisar os significados diferentes atribuídos a *Ciência* e *Técnica*, observa que "ciência", do latim *scientia*, provém de *scire*, ou seja, aprender ou alcançar conhecimento. Já a palavra "técnica" tem origem grega (*téchné*) e desde o princípio significou arte, no sentido de habilidade ou ofício. Portanto, segundo uma visão tradicional, a ciência representaria o *saber* e a técnica, o *fazer*. Esse autor observa, porém, que nos dias atuais ciência e técnica são atividades interdependentes.

Analisando a evolução do conhecimento tecnológico, PACEY (1980) faz referência à atividade dos artesãos e distingue-a da atividade em *Tecnologia*, definida como o "conhecimento sistemático das técnicas".

O conhecimento científico produzido pelo Homem, pouco a pouco, incorporou-se às técnicas, como afirma VARGAS (1979), que conceitua *Tecnologia* como "o estudo ou tratado das aplicações de métodos, teorias, experiências e conclusões das Ciências ao conhecimento dos materiais e processos utilizados pelas técnicas." Ainda segundo o mesmo autor, a tecnologia só veio a existir depois do estabelecimento da Ciência Moderna, no século dezessete, sendo institucionalizada no Brasil a partir da década de 20 deste século, com a criação dos primeiros laboratórios no Rio de Janeiro, São Paulo e Campinas. VARGAS cita ainda vários trabalhos realizados no campo das estruturas e fundações, ao longo das décadas de 30 e 40, e estudos na área de Engenharia hidráulica, com a utilização de modelos de barragens a partir de 1952.

SABBATINI (1989), em sua tese de doutoramento, particulariza o conceito adotando a seguinte definição de *tecnologia construtiva*:

"Tecnologia construtiva é um conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, pertinentes a um modo específico de se construir um edifício (ou uma sua parte) e empregados na criação, produção e difusão deste modo de construir."

4.1.2 O desenvolvimento de tecnologia na construção de edifícios

Dentro desta análise mais específica, voltada ao setor de construção de edifícios, observa-se que a partir do final da década de 70, dada a preocupação com o desenvolvimento de soluções inovadoras para a construção de habitações no Brasil, surgiram trabalhos em universidades e instituições de pesquisa, ligadas ao desenvolvimento de tecnologia para a Construção Civil. Para isto, contribuiu muito a introdução do conceito de *desempenho*.

SABBATINI define a *pesquisa de desenvolvimento tecnológico* na Engenharia de Construção Civil como uma atividade caracterizada por seu caráter investigador e sistematizado, voltado para o desenvolvimento dos meios de produção de estruturas físicas, com o objetivo de criação e aperfeiçoamento de novas tecnologias construtivas e tendo como escopo a produção de inovações tecnológicas na construção.

O mesmo autor avalia que a construção de edifícios dispõe de tecnologia desenvolvida ao longo dos tempos e de forma quase sempre *empírica*. Esta visão sintetiza o caráter básico da atividade, ainda que, mais recentemente,

tenham surgido estudos com caráter científico (não empírico) voltados à evolução da tecnologia de construção. Tais estudos tiveram base no conhecimento acumulado, porém buscando o *aperfeiçoamento das técnicas* a partir de critérios passíveis de comprovação: "tecnologias que, incorporando um maior cabedal de conhecimentos técnico-científicos, em substituição aos empíricos, possibilitam o incremento do nível da produção e da produtividade". Tem-se então o conceito de *desenvolvimento de tecnologia construtiva* como uma atividade que, entre outros objetivos, visa "elevar o nível da qualidade de um produto"¹.

O autor propõe a consideração de um *setor de desenvolvimento tecnológico da Construção Civil*, composto por três núcleos, interagindo entre si:

- (a) departamentos internos de desenvolvimento tecnológico em empresas dos segmentos industriais relacionados com a construção civil²;
- (b) centros de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, mantidos por consórcios de empresas construtoras e organismos governamentais e atuando em cooperação com o sistema produtivo;
- (c) convênios cooperativos entre universidades e institutos de pesquisa, e o sistema produtivo.

Ainda segundo esse autor, o setor de desenvolvimento tecnológico existe hoje no Brasil de forma descoordenada. Isto equivale a afirmar que grande parte

¹ Nesta afirmação, o autor citado faz referência a *produto* como resultado final de um processo, onde na verdade se concentra o desenvolvimento da tecnologia construtiva.

² Tais empresas incluíram, por exemplo, fabricantes de materiais e componentes e empresas de serviços especializados, além das próprias construtoras.

dos esforços feitos não se somam, fazendo decaírem os resultados face aos que seriam esperados se houvesse a soma de esforços em torno de objetivos comuns a todos, constituindo-se realmente em um programa nacional.

E, na estruturação de um setor de desenvolvimento tecnológico eficiente a participação atuante das empresas construtoras, que estão diretamente ligadas à produção, é de importância crucial para garantir a fixação de tecnologia.

O desenvolvimento tecnológico do setor de construção de edifícios deve, portanto, implicar na introdução de inovações para melhorar os resultados obtidos em todas as etapas do empreendimento, levando a maiores índices de produtividade³ e permitindo a implantação de sistemas de garantia da qualidade.

Sobre esse tema, ROCHA LIMA JR. afirma que "ganhos de qualidade estão associados à inovação" e cita alguns caminhos por onde isto pode vir a ocorrer, dentre os quais destacam-se:

- ajuste dos procedimentos de produção, através de ações tecnológicas, vinculadas ao *projeto*, *materiais*, *técnicas* ou *gerenciamento*;
- ajuste da relação entre qualidade e preço, no sentido de reduzir os riscos setoriais e aumentar a rentabilidade, aproximando-se dos anseios do mercado de compradores.

³ "Produtividade" é um tema complexo, cabendo vários enfoques; aqui está-se considerando o termo em seu sentido mais amplo, onde *produtividade* é entendida como a relação entre entradas e saídas de um sistema, ou entre "resultados" e "esforços" dispendidos em qualquer conjunto de atividades.

A partir de uma visão baseada na filosofia da qualidade, objetivando aumentar a satisfação do cliente e a competitividade da empresa, pode-se inferir que é possível a combinação entre *ajustes* de natureza tecnológica e de "*marketing*", como aliás alguns trabalhos realizados no âmbito de convênios entre empresas construtoras e a EPUSP já demonstraram. Cite-se como exemplo o desenvolvimento de processos construtivos racionalizados para atender a novas tipologias de edifícios habitacionais, dentro do concorrido mercado que atende a compradores da classe média.⁴

Devido ao grande número de programas habitacionais que foram estimulados pelo governo até recentemente, as empresas atuantes no mercado de incorporação e construção, em que se incluem a construção de novas unidades habitacionais para venda, beneficiaram-se também do desenvolvimento de tecnologia para atender à construção de habitações para famílias de renda baixa - a assim chamada "habitação popular". Pela sua importância, discute-se a seguir esta trajetória de evolução tecnológica que passa pela habitação popular, e que muitas vezes torna-se parte dos canteiros de obras em outras situações de mercado.

4.1.3 Desenvolvimento de tecnologia construtiva para a habitação popular

Alguns trabalhos, discutindo o papel do desenvolvimento tecnológico na evolução do processo de produção de habitações, procuram inserir a questão

⁴ A este respeito, consultar SABBATINI (1989) - Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia; e FRANCO (1992) - Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.

tecnológica em um quadro mais amplo de entendimento do problema habitacional brasileiro⁵.

Pela sua importância social, o enfoque está centrado na produção de habitações destinadas às classes de baixa renda - denominada habitação "popular" ou "de interesse social" - que deve ser diferenciada em certos pontos da análise, muito embora os conceitos puramente técnicos sejam aplicáveis indistintamente a quaisquer tipologias habitacionais em que se coloque como necessária a evolução da tecnologia construtiva empregada.

A política habitacional brasileira foi inaugurada com a criação do Sistema Financeiro da Habitação (SFH) e do Banco Nacional da Habitação (BNH) pela Lei nº 4380 de 21 de agosto de 1964, inscrita em um contexto de crise da sociedade brasileira (SZUBERT, 1979).

Na época estimava-se um déficit habitacional de 7 milhões de unidades para uma população de 79 milhões de habitantes. O problema tornava-se mais grave pela alta taxa de inflação e pela carência de imóveis para aluguel.

No início da década de sessenta, a população urbana representava apenas cerca de 45% do total, evoluindo para 56% em 1970, para 68% em 1980 e, dez anos depois, estima-se que se esteja hoje com mais de 78% da população brasileira aglomerada nas cidades, boa parte dela em condições precárias de moradia.

⁵ São exemplos deste tipo de enfoque os trabalhos de: SZUBERT, 1979; MARICATO, 1984; SOUZA, 1990.

Ao longo desse período, viveu-se inicialmente um processo de grande incentivo ao setor da Construção Civil, buscando vencer a demanda crescente através da abertura de linhas de financiamento que atendiam desde as classes de menor renda até a classe média, onde se buscava aumentar o retorno financeiro, já que atender apenas às classes menos favorecidas não constituiria uma carteira de crédito interessante. Assim, o BNH não conseguia atender ao seu objetivo social e acabaria chegando mais tarde à situação de inviabilização financeira e à paralisação do sistema. Não é objetivo deste trabalho analisar o conjunto de fatores que determinaram esse colapso da produção de habitações destinadas às classe menos favorecidas, mas cabe analisar alguns aspectos.

Segundo MARICATO (1984), o preço da terra urbana foi um dos principais fatores que inviabilizaram o acesso à habitação por parte das camadas de menor renda da população, tendo sido contornado o problema através da migração dos conjuntos habitacionais para a periferia dos grandes centros urbanos.

O barateamento das unidades habitacionais destinadas às classes de baixa renda, a chamada habitação "popular", foi estimulado pelo próprio Banco Nacional da Habitação - BNH, constituindo-se em desafio lançado às empresas construtoras. A partir dessa preocupação com os custos da construção habitacional popular, que se tornou cada vez maior com a progressiva falência do Sistema Financeiro da Habitação, foram promovidos diversos simpósios, seminários e encontros abordando o tema.

Desde aquela mesma época até recentemente, foram conduzidas experiências de desenvolvimento e avaliação de novos processos construtivos para

habitação popular em *canteiros experimentais*, criados por órgãos governamentais, sendo um dos mais antigos e conhecidos o de Narandiba (CEPED, 1978).

Pode-se depreender que, na época, havia grande preocupação com a reprodutibilidade e velocidade de execução, levando à experimentação de processos com índices de pré-fabricação elevados. Mais tarde, verificar-se-ia uma reversão desse quadro, revalorizando-se os processos com emprego mais intensivo de mão-de-obra no canteiro, tais como os processos de paredes monolíticas moldadas no local, ou de alvenaria, em que se utilizaram princípios de racionalização construtiva. Nos canteiros experimentais promovidos pela COHAB-SP em Heliópolis, já no final dos anos oitenta, podia-se notar essa tendência.

Em trabalhos publicados por PICARELLI & GUIDA, citados por MARICATO (1984), constatou-se que dos processos construtivos utilizados em canteiros de habitação popular, apenas 41 a 51% utilizava "know-how" brasileiro. Esse fato foi alvo de muitas críticas e, em sua tese de doutoramento, SABBATINI (1989) critica a utilização sem prévia adequação de tecnologia construtiva importada, apontando-a como um dos sintomas de desorganização do setor de construção civil que opera nessa faixa de habitações.

Quanto ao desenvolvimento de *processos construtivos inovadores*, boa parte das realizações efetuadas apresentaram deficiências graves, seja do ponto de vista de qualidade como de custo e, principalmente, não tiveram continuidade, por falta inclusive de uma maior constância de propósitos por parte dos órgãos governamentais.

Algumas dessas iniciativas, avalizadas por instituições governamentais, culminaram em fracassos estrondosos. Um bom exemplo desses fracassos é o caso, recentemente trazido à tona, da construção de edifícios empregando painéis de gesso e cimento nos conjuntos habitacionais de Santa Etelvina e Carapicuíba em São Paulo - um processo construtivo cujos resultados quanto a desempenho e durabilidade, devido à incompatibilidade química entre os aglomerantes usados, eram previsivelmente inadequados. O caso chegou a um maior conhecimento público em 1991, quando foi contratada a demolição de nove daqueles edifícios pelo processo de implosões. (ROCHA, 1991.)

No caso citado acima, a COHAB-SP havia aprovado a execução de 3150 unidades, sendo construídas um total de 2213 delas, iniciando-se em 1981 com 360 unidades no conjunto Carapicuíba-7. Em 1986, iniciou-se uma desocupação em Carapicuíba, visando a recuperação dos edifícios, para mais tarde concluir pela sua inviabilidade técnico-econômica, em 1989. Nesse interim, instituições de pesquisa e consultores renomados dividiram-se entre posições pró e contra a recuperação do conjunto⁶.

Muitas das novas soluções que são trazidas ao canteiro, porém, apresentaram um caráter de experimentação e ainda não haviam sido adequadamente avaliadas à época de sua comercialização. Os usuários, portanto, assumiram riscos imprevisíveis ao habitarem as unidades assim construídas, mas alguns progressos para a tecnologia construtiva restaram dos erros e acertos resultantes dessas experiências, incorporando-se às demais obras das empresas que delas participaram, e daí espalharam-se por todo o mercado. O recente *Programa Nacional de Tecnologia da Habitação* considera dentre o

⁶ A esse respeito, ver artigos publicados na Revista Construção São Paulo nº 2259 (BAUER, 1991; JOHN & CINCOTTO, 1991).

conjunto de suas ações a "difusão das inovações tecnológicas para que o setor produtivo incorpore efetivamente as novas tecnologias desenvolvidas" (BRASIL - Ministério da Ação Social, 1991).

O que se pode questionar, diante desse quadro, é:

- o que existe efetivamente de comum entre as habitações destinadas a classe média e alta, comercializadas dentro das regras gerais do setor imobiliário, e as habitações de baixa renda, estas últimas com regras de formação de preço e critério de obtenção de financiamento determinados pelas instituições governamentais?
- a tecnologia hoje aplicada na construção de habitações para a classe média pode ser considerada ineficaz quando aplicada às construções de caráter "popular", ou o seu gerenciamento precário é que na realidade determina a sua ineficiência?
- o desenvolvimento de um processo construtivo "inovador", como alternativa de custo, é possível de ser feito pelos construtores no próprio âmbito do canteiro de obras, ou em canteiros experimentais promovidos pelos órgãos de governo, sem a participação de instituições de pesquisa?

O que certamente traz dificuldades é a incongruência e a descontinuidade das iniciativas e estímulos oficiais, bem como o distanciamento entre ações públicas e privadas, contexto em que o desenvolvimento de tecnologia perde importância face aos interesses envolvidos. Dentro desta visão mais ampla, procura-se restringir o grau de importância da tecnologia construtiva ao que efetivamente pode ser-lhe atribuído, isto é, de *instrumento* de uma ação maior

no âmbito da sociedade, embora esta possua obviamente um potencial de influenciar todo o processo.

Após a experiência advinda da participação e acompanhamento de trabalhos de desenvolvimento tecnológico realizados em diversos níveis, em que houve a participação de instituições de pesquisa, acredita-se que a interligação entre todo o setor produtivo e essas instituições é imprescindível para que haja uma real evolução - e as empresas ou órgãos de governo que tiveram suas questões tecnológicas assim resolvidas também reconhecem isso.

SOUZA (1990), em artigo enfocando o problema da habitação popular, ao discutir a busca da qualidade das construções, aponta a necessidade de definição de *padrões mínimos de qualidade para os projetos* de construções habitacionais, a adoção de sistemas de *controle da qualidade dos materiais* empregados e *dos serviços* executados, *racionalização* da construção e introdução de *novas tecnologias*, de forma a diminuir o desperdício e aumentar a produtividade.

Portanto, sob uma visão puramente tecnológica, enfocando o processo de produção de habitações poder-se-ia afirmar que a qualidade do *produto habitação* depende:

- da qualidade dos materiais e componentes empregados;
- da qualidade da tecnologia empregada na produção;
- da qualidade do seu *projeto*, entendido não apenas como projeto do produto, mas também do processo de produção;

- do gerenciamento e controle ao longo de todas as etapas.

Ao avaliar as condições hoje vigentes, pode-se tecer algumas considerações:

- embora a qualidade de materiais e componentes não possa ser considerada satisfatória em todos os casos, dentro de uma ótica de industrialização aberta existem condições para se obter produtos de boa qualidade;
- o conhecimento tecnológico possui deficiências claras no que concerne ao processo de produção: faltam procedimentos e normas adequados, estando grande parte dos procedimentos e normas técnicas existentes repletos de empirismo e deficiências conceituais; isto se acentua quando é colocada uma meta de redução de prazos e custos de produção, evidenciando a carência de desenvolvimento tecnológico do setor;
- a *qualidade dos projetos* depende da qualidade do conhecimento tecnológico que implicitamente contém e, de modo geral, são incompletos e até mesmo incorretos, não apresentando as informações qualitativa e quantitativamente necessárias ao processo de produção;
- os métodos de gerenciamento e controle, por sua vez, dependem de informações e definições claras e adequadas fornecidas pelo projeto, sem as quais não existe a eficácia destes procedimentos de gerenciamento e controle.

Após uma série de insucessos ocorridos com processos construtivos inovadores destinados à construção de habitações em larga escala,

reconheceu-se a necessidade de estruturar melhor o setor de desenvolvimento tecnológico no Brasil, visando atingir uma evolução segura dos processos de produção, através de procedimentos metodologicamente bem definidos.

SABBATINI apresenta uma metodologia formulada para conduzir o desenvolvimento de processos construtivos. Em seu caráter mais completo, a metodologia proposta é aplicável a processos construtivos novos e ainda não usados em escala de mercado, porém seus princípios básicos elucidam questões presentes em qualquer trabalho de desenvolvimento tecnológico que se possa empreender, mesmo enfocando processos já em utilização.

O fluxograma da figura 4.1 resume a metodologia proposta através de suas doze etapas, que se resumem em quatro grandes fases, listadas a seguir.

FASES:

- Concepção (etapas 1 a 4);
- Verificação (etapas 5 a 7);
- Descrição (etapa 8);
- Comercialização (etapas 9 a 12).

ETAPAS:

01. Estudos iniciais;

Figura 4.1 Metodologia para o desenvolvimento de sistemas construtivos (SABBATINI, 1989)

02. Concepção;
03. Projeto de componentes e elementos;
04. Projeto de produção do edifício (ou suas partes);
05. Produção experimental de componentes e elementos;
06. Projeto e construção de protótipos;
07. Avaliação;
08. Consolidação da tecnologia;
09. Divulgação;
10. Construção em escala piloto;
11. Aperfeiçoamento da tecnologia;
12. Construção em escala de mercado.

A fase de *concepção* engloba a coleta de informações e o estágio "criativo" do desenvolvimento, culminando em projetos elaborados para o atendimento a parâmetros previamente definidos e estudados, que caracterizam o objetivo da tecnologia em criação.

A fase de *verificação* é centrada na produção e avaliação daquilo que foi concebido até então, com a finalidade de confrontar "real" e "projetado" e, principalmente, de aperfeiçoá-lo. Essa fase deve ser desenvolvida em laboratórios, indústrias e canteiros de execução experimental, onde as informações serão coletadas para realimentar o projeto, até atingir um grau de definição e consistência adequado.

Na fase de *descrição* promove-se a consolidação da tecnologia e planeja-se a sua implantação no mercado.

A fase de *comercialização* consiste na introdução e manutenção do processo construtivo no mercado. Em um primeiro estágio, a implantação é feita em escala restrita, após a qual pode-se levar a uma comercialização disseminada, em escala de mercado.

Cabe destacar alguns aspectos implícitos à metodologia proposta; em cada fase ou etapa, alguns pontos devem ser comentados:

- na *etapa de estudos iniciais*, fundamental para o sucesso da tecnologia que se proporá desenvolver, são levantadas informações de demanda e características potenciais dos consumidores, informações de cunho político e jurídico, de capacidade industrial do setor, de "estado da arte" da tecnologia construtiva, nacional e internacional, existência de recursos materiais, humanos, energéticos e financeiros, fatores ambientais e demais condicionantes, de forma a embasar a proposição e a análise de alternativas - a qualidade dos estudos conduzidos nesta etapa determinará a qualidade da solução proposta;

- o *projeto e avaliação de componentes* propostos como parte de um processo construtivo é fundamental e antecede à sua aplicação em escala de comercialização, pois deve-se garantir desempenho e durabilidade adequados às suas funções, anteriormente ao contato com o usuário;
- ao *projeto do edifício* deve estar associado um "projeto para produção" do mesmo, envolvendo equipamentos, canteiro de obras, planejamento da execução, controles a serem efetuados, entre outros elementos;
- após o processo de *avaliação* realizado a partir da *produção experimental*, deve-se proceder a consolidação da tecnologia através da documentação adequada em forma de textos, desenhos, fotografias e outros expedientes necessários ao seu perfeito entendimento;
- não obstante o cuidado ao longo de todo o processo até então, o qual visa garantir as características mínimas esperadas do produto, na fase de comercialização a tecnologia elaborada sofrerá um contínuo aperfeiçoamento, gerado naturalmente pela dinâmica de sua aplicação.

Pode-se acrescentar ao exposto que os princípios adotados no desenvolvimento de sistemas construtivos são, em menor escala, aplicáveis no sentido da evolução e do incremento da qualidade, em qualquer processo construtivo utilizado.

Em quaisquer casos, seja a introdução de um sistema construtivo inovador, industrializado, ou apenas de um detalhe construtivo novo em um processo tradicional de construção, esta alteração da tecnologia construtiva deve ser incorporada na etapa de projeto.

Para ilustrar esta situação, em que se aplicam princípios inovadores a subsistemas ou parte deles, mantido o processo construtivo tradicional em seu todo, pode-se citar o trabalho apresentado por BARROS (1991), voltado à tecnologia de produção de revestimentos, no qual é proposta uma metodologia para elaboração do detalhamento construtivo contido no projeto, considerada fundamental para a consecução da produtividade e do desempenho do revestimento.

O mesmo foi demonstrado na pesquisa efetuada por SABBATINI et al. (1991), quanto a paredes de vedação em alvenaria, onde o detalhamento do projeto seguia, de forma não convencional, princípios que envolvem o estudo das interferências entre a alvenaria e outros subsistemas do edifício⁷.

Na realidade, como atividade que antecipa o ato de construir, ao se implantar qualquer inovação tecnológica que represente uma evolução significativa, o projeto obrigatoriamente deverá sofrer mudanças, para adequar-se e para ajudar a adequar todo o processo à nova configuração de tecnologia.

A inter-relação entre *reestruturação do processo de projeto e desenvolvimento tecnológico* é, portanto, algo natural mas que só recentemente tem sido explorado sistematicamente. As fontes bibliográficas e as empresas de construção consultadas apresentam muitos exemplos, nos últimos anos, de iniciativas de desenvolvimento tecnológico com um enfoque dessa natureza, sendo que um dos instrumentos utilizados é o emprego de princípios de *racionalização construtiva* - e esse será exatamente o tema do próximo item do capítulo.

⁷ As duas experiências citadas, envolvendo alterações do detalhamento de projeto para introdução de inovações tecnológicas, estão descritas em BARROS & MELHADO (1993).

4.2 Racionalização Construtiva Através do Projeto

4.2.1 Conceituação de racionalização construtiva

Revelando a origem bastante remota do conceito de racionalização na indústria, NOGUEIRA DE PAULA (1932) cita uma definição de origem alemã e publicada em 1925: "racionalização é um sistema de organização que deve provocar o acréscimo do rendimento econômico e, paralelamente, o acréscimo da produção, o abaixamento dos preços e o melhoramento da qualidade dos produtos".

Segundo ROSSO (1980), racionalização, em seu sentido genérico, é "a aplicação mais eficiente de recursos para a obtenção de um produto dotado da maior efetividade possível".

Em adição à conceituação transcrita acima, o "Novo Dicionário Aurélio" define "racionalizar", em uma de suas acepções, como "tornar mais eficiente um processo pelo emprego de métodos científicos" (FERREIRA, 1986).

Na definição de SABBATINI (1989), *racionalização construtiva* é "um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção, em todas as suas etapas".

A associação entre racionalização e industrialização da construção também é estabelecida por esse autor, que considera a racionalização como um "instrumento" capaz de auxiliar na evolução dos processos construtivos.

SABBATINI distingue ainda os conceitos de racionalização construtiva e de racionalização *da construção* (do setor da Construção Civil), esta última com caráter mais abrangente, voltada ao setor, e concebida como um processo complexo com importantes reflexos para a sociedade e para a economia.

FRANCO (1992), em sua tese de doutoramento, coloca a racionalização construtiva como uma alternativa à ruptura da base produtiva representada pela introdução de processos industrializados na construção de edifícios. O autor também salienta que a aplicação dos princípios de racionalização implica em uma "mudança de postura" na solução de problemas e destaca o seu caráter amplo, necessário para que os seus resultados sejam efetivos em um dado empreendimento.

No trabalho mencionado, FRANCO mostra a aplicação dos princípios da racionalização construtiva ao projeto e à execução de edifícios de alvenaria estrutural não armada, apresentando e analisando os resultados obtidos a partir do desenvolvimento de pesquisas no âmbito do Grupo de Tecnologia de Processos Construtivos da EPUSP (GEPE-TPC), em cooperação com uma empresa construtora. Em sua natureza, as mesmas ações de racionalização construtiva apresentadas por esse autor são aplicáveis a outros processos construtivos, ou mesmo a uma de suas partes.

Ao se discutir caminhos para acelerar a evolução tecnológica do setor de construção de edifícios e tomando por ambiente de implantação uma empresa atuante no setor, não há dúvida de que uma das principais barreiras a atravessar situa-se no ceticismo e na impaciência quanto aos resultados.

ROSSO (1980) avalia que a aplicação de princípios de racionalização construtiva significa "agir contra os desperdícios de materiais e mão-de-obra e utilizar mais eficientemente o capital".

Desta forma, fica clara a amplitude do alcance da racionalização, já que a aplicação das suas diretrizes pode ser estendida às técnicas e métodos em quaisquer circunstâncias tecnológicas e, assim, a racionalização construtiva mostra-se como uma importante "ferramenta" em programas de melhoria da qualidade, com aplicação direta e resultados significativos mesmo a curto prazo.

4.2.2 A implementação de ações de racionalização construtiva e o projeto

FRANCO & AGOPYAN (1993) fazem referência à importância da implementação da racionalização construtiva desde as primeiras etapas do empreendimento, ressaltando que a etapa de projeto é "a mais propícia para a introdução da maioria das medidas que visam a racionalização".

A racionalização é um princípio que pode ser aplicado a qualquer método, processo ou sistema construtivo e, no caso do processo construtivo tradicional, significa a implantação de medidas de padronização de componentes, simplificação de operações e aumento de produtividade que podem trazer grandes reduções de custo. No entanto, a maior parte destas medidas têm de ser adotadas ainda na etapa de projeto, pelas suas implicações quanto a dimensões, especificações e detalhes que são incorporados ao mesmo.

Nesse sentido, é básica a utilização de componentes padronizados e coordenados dimensionalmente, através da qual atingem-se maiores níveis de

produtividade e tem-se redução de desperdícios, pela eliminação de cortes e ajustes de componentes. Esta medida é um exemplo das que só podem ser adotadas no projeto; nesse caso particular, em seus primeiros desenhos, já que incide sobre as dimensões e forma dos principais elementos do edifício.

Tal filosofia aproxima-se, em vários pontos, da *engenharia e análise de valor*, bastante difundida no meio industrial, que se baseia na consideração de relações entre funções e custos desempenhadas por um item ou componente de um projeto, na busca de alternativas mais simples, econômicas e eficazes.

Como resultado da racionalização construtiva, pode-se ter maior emprego de componentes pré-moldados, substituindo aqueles normalmente feitos no local, como por exemplo, no caso de vergas e contravergas de vãos deixados na alvenaria, representando inclusive um aumento significativo da qualidade da vedação vertical. Esses componentes pré-moldados, dependendo da quantidade e repetitividade, podem merecer dimensionamento bastante apurado e ter sua forma final bastante otimizada quanto a peso, acabamento, custo e outras características, o que também só é possível na etapa de projeto.

No próximo capítulo deste trabalho, ao relatar algumas experiências realizadas, serão apresentados situações e exemplos em que a aplicação dos princípios de racionalização construtiva têm tido importante participação na evolução da metodologia adotada no desenvolvimento de projetos.

A partir do que foi apresentado até aqui, cabe analisar um dos pontos de vista fundamentais neste trabalho: a *contribuição* que a organização do processo de projeto pode dar, dentro de um programa estabelecido em uma empresa, para o alcance dos objetivos de evolução tecnológica e racionalização construtiva.

A figura 4.2 ilustra esse ponto de vista, pressupondo: um conjunto de obras e projetos em andamento; um ambiente envolvendo os setores de *produção* e de *projeto*, este último podendo ou não estar situado dentro da própria empresa; e a existência de um programa de evolução tecnológica, onde a implementação da racionalização construtiva deve incluir *ações simultâneas*, porém interligadas, voltadas à organização do processo de projeto e à otimização de técnicas e métodos construtivos.

Figura 4.2 A implementação da racionalização construtiva em um programa de evolução tecnológica envolvendo a organização do processo de projeto

A partir do início de um programa envolvendo ações nas duas áreas, os resultados obtidos devem ser crescentes, atingindo o seu máximo a partir da fase em que os primeiros projetos submetidos à racionalização estiverem em execução, fechando o ciclo.

A contribuição dada pela organização do processo de projeto, embora menos imediata, quando comparada com os efeitos da racionalização das atividades em canteiro, é de importância crucial para que se atinjam os objetivos de um programa de evolução tecnológica, permitindo resultados de maior amplitude e garantindo a fixação de conhecimentos dentro da prática da empresa.

Portanto, ao buscar a racionalização, o projeto deve ser entendido como o *cérebro do construtor*. Esse enfoque aproxima-se também do adotado pelos teóricos da *construtibilidade*, que será assunto do item a seguir.

4.3 Construtibilidade como Filosofia de Projeto

4.3.1 Conceituação de construtibilidade

Durante a década de 80, quase ao mesmo tempo, dois diferentes grupos de pesquisadores publicaram, com grande intensidade, trabalhos divulgando conceitos relacionados com a orientação e integração das atividades realizadas ao longo de um empreendimento de construção com *foco na etapa de execução*; nos EUA, tal tipo de filosofia gerencial surgiu com a denominação "constructability" e, no Reino Unido, como "buildability".

Da primeira origem citada, tem-se que *construtibilidade* pode ser definida como "o uso ótimo do conhecimento e da experiência em construção, no planejamento, projeto, contratação e trabalho em canteiro, para atingir os objetivos globais do empreendimento" (CII, 1987).

VIOLANI et al. (1991) esclarecem o conceito: a idéia fundamental da construtibilidade é a *integração do conhecimento de construção* a todas as

etapas de um empreendimento, em que, reconhecida a impossibilidade de reunir todo o conhecimento necessário em um único profissional, há a participação do construtor nas etapas anteriores à de execução, superando as deficiências dos profissionais de planejamento e de projeto.

É importante citar as considerações feitas pelo grupo do *Construction Industry Institute* - CII, sediado na Universidade do Texas (EUA) acerca das vantagens de adotar-se a construtibilidade como diretriz: "os resultados mais positivos são obtidos quando profissionais com experiência e conhecimento de construção são envolvidos desde realmente o início do empreendimento".

A participação de profissionais ligados diretamente à execução de construções nas várias etapas do empreendimento é, portanto, considerada *indispensável* dentro da filosofia da construtibilidade - com grande reflexo sobre a etapa de projeto.

SABBATINI (1989) discute o significado morfológico dos termos respectivamente adotados em cada país, concluindo assim sua análise: "apesar das diferenças de enfoque, ambos deixam explícito que o conceito de construtibilidade fundamenta-se no seguinte fato: para que seja otimizado todo o processo de construção, há a necessidade de considerar-se na etapa de projeto os fatores relacionados com as operações construtivas". Esse autor afirma, com base no significado semântico da palavra, que a construtibilidade é uma propriedade *inerente ao projeto*.

Em processos construtivos ditos "inovadores" a filosofia de construtibilidade integra-se às próprias premissas de seu desenvolvimento.

Em processos construtivos tradicionais, o aumento de construtibilidade pode ser conseguido a partir de uma reorganização dos procedimentos de projeto e de execução e implica em gerenciamento eficiente de todas as etapas do empreendimento.

E, para a implantação de programas de construtibilidade em empresas ou empreendimentos, o *Construction Industry Institute* lista alguns princípios úteis, tais como:

- encorajar o trabalho em equipe, a criatividade e os enfoques inovadores;
- enfatizar a integração total no empreendimento, não a otimização de uma das partes;
- fazer uma avaliação dos resultados.

A seguir, discute-se mais profundamente os reflexos da aplicação da construtibilidade aos empreendimentos, com ênfase nas ações sobre a etapa de projeto.

4.3.2 A filosofia da construtibilidade e a etapa de projeto

Segundo O'CONNOR et al. (1987), quanto mais cedo houver a implementação de um "programa" de construtibilidade, melhores serão seus resultados para o empreendimento.

Dentro dessa linha de atuação, TATUM (1987) lista algumas ações que devem ser adotadas na etapa de projeto, dentre as quais pode-se destacar:

- os cronogramas de projeto devem visar as reais necessidades da etapa de execução;
- desde os estudos iniciais de projeto devem ser considerados os principais métodos construtivos possíveis de serem utilizados, selecionando dentre as alternativas as que possam favorecer a eficiência na execução;
- os elementos de projeto devem ser normalizados (padronização das informações);
- componentes pré-moldados, modulares ou pré-montados devem ser especificados no projeto sempre que possível, para reduzir custos e prazos;
- a acessibilidade de pessoal, materiais e equipamentos deve ser considerada na elaboração do projeto;
- o projeto deve favorecer a execução mesmo em condições climáticas adversas;
- não devem ser aceitas especificações do projeto que envolvam materiais, métodos construtivos ou controles de execução complexos e desnecessários, que possam reduzir a eficiência da execução.

O conceito estabelecido por TATUM pressupõe a integração de objetivos entre projeto e execução, argumentando o autor que esta integração traz benefícios importantes e auxilia a atingir os objetivos gerais do empreendimento. Sendo assim, o projeto não deve ser entendido como uma atividade que tem a finalidade em si mesma.

Dentro de um ponto de vista muito semelhante também estão situadas as considerações de autores britânicos, em trabalhos acerca de construtibilidade (*buildability*). GRIFFITH (1987), quanto à consideração desse conceito na etapa de projeto, afirma que "muitos projetos são possíveis de executar, mas alguns são claramente mais fáceis de construir do que outros", destacando que a aplicação da construtibilidade pode fazer com que os projetos tornem mais fácil, rápida e barata a execução das obras.

GRIFFITH explicita alguns resultados que podem advir da aplicação efetiva da construtibilidade:

- simplificação do projeto levando à execução mais fácil em canteiro;
- comunicação mais precisa e eficaz das intenções contidas no projeto;
- gerenciamento da execução em canteiro mais eficaz;
- uso melhor dos recursos disponíveis para projetar e construir.

Não obstante, o autor identifica alguns problemas para a implementação da construtibilidade, citando como um destes problemas a *atitude dos arquitetos* diante do projeto: "os arquitetos tendem a concentrar suas idéias em torno dos elementos de projeto, muito mais do que considerar as operações realmente exigidas pela realidade da execução".

GRIFFITH também lista alguns princípios envolvidos na formulação do projeto e que possuem considerável influência sobre o resultado quanto à construtibilidade, podendo estes proporcionar não apenas racionalização e

simplificação através do projeto, mas também a facilitação das operações de construção no canteiro. Tais princípios são:

- adequação do nível de complexidade técnica do detalhamento do projeto (detalhes simples e inteligentes);
- consideração do nível de interdependência entre os elementos construtivos (execução mais fácil com menos interfaces entre serviços);
- menor complexidade da seqüência operacional (redução dos itens para controle);
- maior flexibilidade do projeto e das especificações para os componentes, quanto a aspectos comerciais (possibilidade de substituições e adaptações);
- aumento do grau de precisão das operações iniciais de construção (significando início mais rápido e menor risco de correções futuras).

O autor acima adverte que algumas melhorias, como a redução de tempos de espera em seqüências complexas de execução, dependem de avaliar cuidadosamente *como realmente se executa* no canteiro, em lugar da visão que o projetista tem daquilo que é executado.

Torna-se interessante neste ponto do desenvolvimento do tema apresentar exemplos de aplicação e seus resultados. Particularmente, a maioria dos registros de empreendimentos realizados com a intervenção dos conceitos de construtibilidade, apresentados por autores americanos, situa-se no setor de

empreendimentos industriais ou de construção pesada, como obras de infraestrutura, por exemplo.

ELDIN (1988) apresenta um estudo de caso, relativo a obra de linhas de abastecimento de água, em que houve uma redução direta dos custos orçados do empreendimento, a partir da implantação de um programa de construtibilidade - que permitiu a simplificação das especificações de materiais e métodos construtivos originais do projeto - além de uma redução final muito expressiva do custo real da obra, pela eliminação de fontes de desperdício de materiais e mão-de-obra (não quantificada).

Por outro lado, o CII (1987) cita, dentre outros exemplos de obras de construção industrial ou pesada, um exemplo de aplicação envolvendo um empreendimento de construção de um *conjunto residencial* para aposentados, compreendendo 152 casas, um edifício de 13 andares totalizando 265 apartamentos, um edifício para tratamento de saúde com sessenta leitos e um centro de apoio com 4300 m² de área, em San Antonio - Texas. Nesse empreendimento, foram realizadas as seguintes intervenções ligadas à implementação de diretrizes de construtibilidade, implicando em redução de custos da ordem de 10% do total:

- redução dos custos de fundações, instalações elétricas e mecânicas, fachadas e de coberturas, ao unir todos os apartamentos em um único bloco, ao invés de dois, como proposto inicialmente;
- viabilização do emprego de fôrmas racionalizadas do tipo *mesas voadoras* ("flying forms"), por meio de realinhamento dos pilares da estrutura, reduzindo custos e prazos;

- mudança do edifício de tratamento de saúde, inicialmente de dois andares, para térreo, reduzindo custos de fundações, estruturas e elevadores;
- uso de lajes de concreto armado protendidas, pós-tensionadas, no edifício de apartamentos;
- substituição do material utilizado nas fôrmas, importado, por material de menor custo;
- uso de escadas pré-moldadas em substituição às moldadas no local;
- redução dos percursos de instalações especiais.

A partir do exposto, torna-se claro que a filosofia dada pela aplicação dos conceitos de construtibilidade induz à formulação do empreendimento dentro de uma *mentalidade industrial*, levando a um equilíbrio de objetivos que procura harmonizar as necessidades de concepção do *produto* e do *processo*, com reflexos diretos sobre a orientação da etapa de projeto.

Conclui-se que *construtibilidade*, em termos gerais, pode ser definida como uma qualidade de algo *fácil de ser construído*. Nas palavras de O'CONNOR & TUCKER (1986), significa a "orientação do projeto à execução". Esta característica pode ser obtida com emprego de soluções simples e eficazes, buscando maior definição e controle sobre as operações de execução. Assim, "o detalhamento construtivo deve buscar soluções nessa direção, especificando as de maior construtibilidade entre as alternativas e deixando absolutamente claras suas características no projeto, para que se possa tirar máximo proveito de materiais, mão-de-obra e equipamentos e evitar situações

obscuras nas etapas de execução e controle, deixando a cargo da obra apenas a implementação de tais soluções no canteiro" (BARROS & MELHADO, 1993).

Nas palavras de FRANCO (1992): "uma deficiência comumente encontrada nos projetos é a pouca importância que ainda é dada aos aspectos de construtibilidade".

Esse autor completa a idéia: "muitos projetistas, especialistas dos produtos (o edifício e suas partes), pouco aproveitam da experiência na execução de seus projetos. Em muitos casos, também não existe uma retroalimentação de informações entre os executores e projetistas dos edifícios, levando muitas vezes à repetição continuada em vários empreendimentos de uma falha detectada durante a construção."

E, segundo O'CONNOR & TUCKER (1986), fazem parte do conceito de construtibilidade a *comunicação eficiente* das informações à obra e o *retorno do construtor* ao projetista (o conjunto de ações pode ser visto na figura 4.3).

A figura 4.3 mostra que é fundamental a integração e compatibilização entre as etapas de um empreendimento, de modo que a experiência realizada na etapa de execução - na qual deverá ocorrer a otimização das técnicas construtivas, um gerenciamento efetivo da produção e a constante melhoria das atividades subcontratadas - contribua para que se alcance através do projeto os objetivos de orientação à etapa de execução e de eficácia na comunicação de informações.

Figura 4.3 Ações de implementação da construtibilidade (O'CONNOR & TUCKER, 1986)

Portanto, o sucesso e a continuidade das ações voltadas à construtibilidade dependem do estabelecimento de um adequado fluxo de informações e decisões na condução das etapas do empreendimento, ou de sucessivos empreendimentos de uma empresa. Esta última conclusão será importante na orientação das propostas que serão apresentadas no sexto capítulo deste trabalho.

4.4 Considerações Finais Sobre os Temas do Capítulo 4

O conhecimento empírico marcou a atividade de construção desde sua origem como arte e ofício, em que a associação com conhecimentos científicos, introduzidos mais recentemente, não conseguiu afastar totalmente as características básicas desta indústria quanto à organização dos empreendimentos e das atividades de produção. Esses fatores históricos

ajudam a entender a situação relativa da tecnologia empregada na Construção Civil que, particularmente no setor de construção de edifícios, apresenta níveis considerados insatisfatórios face a outras indústrias.

A busca da evolução tecnológica no setor de construção de edifícios apresenta ainda hoje, como dificuldades, a falta de organização e articulação das empresas dentro do setor, com esse dado objetivo. Para ajudar a superar estas dificuldades, deve-se lançar mão de novas filosofias que conduzam a novos procedimentos.

O conceito de *racionalização construtiva* apresenta-se como um instrumento de redução de custos e aumento de produtividade, bastante poderoso para permitir a transição do estágio atual para uma nova configuração mais eficiente da atividade de construir, dentro de ambientes empresariais modernos e competitivos; sendo uma de suas características importantes o estudo e a adoção de soluções racionalizadas ainda na etapa de projeto.

A inserção de uma mentalidade *industrial* na orientação filosófica e organizacional das empresas de construção de edifícios traz, como condição indissociável, a necessidade de maior integração entre as etapas do processo de geração dos empreendimentos.

Por esse motivo, também o conceito de *construtibilidade* vem ao encontro das premissas que envolvem a passagem da indústria da construção para uma configuração moderna e plenamente compatível com a implantação de *sistemas da qualidade*.

Além disso, a adoção da construtibilidade pode, em moldes atuais, resgatar a antiga coincidência de pontos de vista entre empreendedores, projetistas e construtores, perdida ao longo da História em decorrência das mudanças na atividade de construir verificadas com o passar do tempo (apresentadas no terceiro capítulo). Tal consideração significa, dentre outras coisas, reconhecer-se as características da atividade de construção como uma das principais fontes de orientação na elaboração de um projeto.

A tabela 4.1 sintetiza os principais elementos conceituais apresentados neste capítulo, de modo a permitir seu entendimento conjunto.

Os conceitos de racionalização e construtibilidade aproximam-se bastante em alguns pontos, nada impedindo que sejam adotados em conjunto para o estabelecimento de diretrizes de elaboração do projeto, considerando-se como cenário a atuação de empresas empenhadas na busca da evolução tecnológica. Não obstante, deve-se observar que sua adoção implica em pontos de vista distintos, tendo a racionalização um enfoque de disseminação de ações que visam otimizar cada uma das partes do sistema, em si próprias e como parte de um todo; enquanto que a construtibilidade coloca como questão básica a orientação de todo o sistema para a etapa de obra, privilegiando o processo de produção.

A aplicação desses conceitos será salientada nas experiências descritas a seguir, no capítulo 5, sendo ainda adotada como parte importante das propostas, como pode ser visto no capítulo 6.

Tabela 4.1 Resumo comparado dos elementos conceituais envolvidos no desenvolvimento de tecnologia construtiva, na adoção de diretrizes de racionalização construtiva e na filosofia da construtibilidade

	PRINCIPAIS ELEMENTOS CONCEITUAIS	RELACIONAMENTO COM A ETAPA DE PROJETO
DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA CONSTRUTIVA	<ul style="list-style-type: none"> • pesquisa • inovação tecnológica • integração entre as empresas, as universidades e os institutos de pesquisa 	introdução de mudanças na metodologia de projeto para viabilização de inovações
RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA	<ul style="list-style-type: none"> • otimização do emprego de recursos • organização dos setores da empresa • organização da produção • redução de custos e desperdícios 	adoção de medidas de racionalização desde as primeiras fases do projeto
CONSTRUTIBILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> • uso do conhecimento de construção em todas as etapas do empreendimento • simplificação e otimização das atividades de execução 	orientação do projeto à execução

5 EXPERIÊNCIAS DE IMPLANTAÇÃO DE NOVAS METODOLOGIAS DE PROJETO

Neste quinto capítulo são relatadas algumas experiências vivenciadas pelo autor no desenvolvimento e implantação de *novas metodologias de projeto*, iniciadas em 1984 com a estruturação de projetos realizados no âmbito da própria Universidade de São Paulo e, mais recentemente, enriquecidas pelo contato com empresas de incorporação e construção de edifícios, em desenvolvimento e coordenação de projetos habitacionais.

Tais experiências envolveram um trabalho de integração entre as necessidades do processo de produção e o desenvolvimento do produto, contribuindo nesse sentido a aplicação dos princípios de racionalização construtiva e de construtibilidade.

O relato e a análise dos resultados desses trabalhos possui, nesta tese, o papel de dar embasamento às propostas que são formuladas no sexto capítulo; são ainda registros importantes de experiências realizadas de modo coerente com os princípios que nortearam a elaboração desta tese e, tendo-se constituído em fator de motivação para a proposição da mesma, pretende-se agora transcrever o desenvolvimento alcançado dentro do tema.

5.1 A Experiência do Escritório Piloto na EPUSP

5.1.1 Histórico e antecedentes

Nos primeiros anos da década de 80, a Reitoria da Universidade de São Paulo, através da sua Coordenadoria de Saúde e Assistência Social

(COSEAS), enfrentava uma tarefa difícil e delicada: recuperar um conjunto de edifícios de moradia localizado no seu campus de São Paulo, edifícios esses destinados a atender estudantes de graduação e pós-graduação considerados carentes. Uma vez que os edifícios passaram por um longo período de interdição pela USP, por motivos de natureza política, com posterior ocupação clandestina por parte dos estudantes, o processo iniciou-se somente por volta de 1983, incluindo, além da solução das questões políticas envolvidas, também a consideração de graves questões técnicas ligadas aos edifícios.

Em 1984, dadas as condições precárias de segurança, havia inclusive a perspectiva de *interdição do conjunto* por parte de órgãos municipais e estaduais, tais como o Departamento de Controle de Uso dos Imóveis - CONTRU, ligado à Prefeitura de São Paulo, ou o próprio Corpo de Bombeiros Estadual.

A principal dificuldade enfrentada pela Reitoria da USP era de tornar habitáveis os edifícios, que na maior parte estavam bastante deteriorados, sem criar eventuais conflitos de relacionamento com as lideranças estudantis; os estudantes que lá moravam viam o processo com grande desconfiança, já que as iniciativas por parte de outros reitores no passado haviam demonstrado a intenção de simplesmente evacuar os edifícios e fechar o seu acesso, ou de efetuar sua demolição, sem oferecer nada em troca aos estudantes que reivindicavam o seu direito à moradia.

A situação descrita levou a Reitoria a solicitar o auxílio dos próprios estudantes do curso de Engenharia Civil da EPUSP, para o estudo de alternativas de intervenção que pudessem satisfazer a todas as partes

envolvidas, permitindo levar em conta as várias condicionantes e ajudando a afastar as possíveis desconfiâncias que se estabeleciam sobre o tema.

Ao final, o planejamento e o projeto da reforma do conjunto de edifícios de moradia estudantil - envolvendo um total de 330 apartamentos - foi conduzido pelo Escritório Piloto do Grêmio Politécnico, no período 1984-85, envolvendo uma equipe numerosa de professores e alunos de graduação e pós-graduação da EPUSP¹, sendo as primeiras obras realizadas no início de 1986.

O desenvolvimento do trabalho ao longo de suas etapas é descrito a seguir.

5.1.2 Fases do projeto de reforma do CRUSP

Na primeira fase do projeto, uma equipe de alunos e professores, coordenada pelo Prof. Francisco Romeu Landi, elaborou as diretrizes básicas para a reforma de todo o conjunto; o autor deste trabalho participou dessa primeira fase como aluno-estagiário.

O processo de projeto iniciou-se por um levantamento de dados, passando por uma série de vistorias para averiguar e registrar o estado físico do conjunto e por uma pesquisa de todos os elementos disponíveis para consulta, tais como: o projeto original dos edifícios, reportagens publicadas em jornais e revistas, depoimentos de pessoas, enfim, tudo que pudesse ajudar na compreensão do

¹ O Escritório Piloto do Grêmio Politécnico na EPUSP foi criado originalmente pelo Prof. **Ariosto Mila** em 1955 - que naquela época ministrava aulas nas disciplinas de Construção Civil da Escola Politécnica e da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP - com o objetivo de dar vivência profissional aos alunos dos cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura, de forma complementar aos currículos acadêmicos; encampado pelo Grêmio Politécnico mais tarde, sua estruturação é a de uma empresa de engenharia fictícia, mas que realiza projetos e posterior acompanhamento das obras através da orientação e auxílio dos professores, fundamentados na responsabilidade técnica destes últimos. (PEREIRA, 1984.)

problema em suas várias dimensões - e *não apenas quanto a aspectos puramente técnicos*.

Para fechar esse quadro de análise, procedeu-se a elaboração e aplicação de uma *pesquisa* junto aos estudantes que lá residiam na época, em que se atingiu índices de consulta superiores a 60% do total dos moradores; esse procedimento objetivou apreender a visão dos usuários quanto a diversos aspectos relacionados com a vida no CRUSP e criar um clima participativo, favorável à implantação de um programa de mudanças que incluía a reforma dos edifícios.

Coletados e analisados os dados, a equipe do Escritório Piloto produziu um conjunto de propostas que foram formalizadas através da edição de um documento, o qual continha os desenhos e especificações necessários, em *nível de anteprojeto*, definindo as intervenções a serem feitas para atingir os objetivos de reorganização física colocados pela Reitoria da Universidade.

Esse documento incluía a proposta de uma nova arquitetura interna para os edifícios e apresentava os resultados da avaliação do estado e capacidade de carga da estrutura dos mesmos, além de outros itens da proposta ligados a áreas de uso coletivo, inclusive áreas externas aos blocos de apartamentos. A descrição completa e a justificativa de cada um dos itens pode ser encontrada no memorial desta primeira fase do projeto (ESCRITÓRIO PILOTO, 1984).

Discutidas e aprovadas as diretrizes propostas, no início de 1985 uma outra equipe retomou o trabalho, visando o *detalhamento* do projeto para permitir a execução da reforma de um primeiro bloco - sendo então o autor desta tese contratado como engenheiro responsável pela coordenação do projeto.

Quanto às suas principais características arquitetônicas, os prédios que compõem a moradia estudantil no CRUSP são essencialmente idênticos, com seis pavimentos de 626 m² cada, sobre pilotis, possuindo 11 apartamentos por andar.

O projeto elaborado pelo Escritório Piloto, apesar das modificações citadas da arquitetura interna dos apartamentos e corredores, manteve-os em mesmo número, permanecendo também inalterada a proporção de três moradores por unidade. Um croqui do edifício e as alterações principais na disposição de espaços internos podem ser vistos na figura 5.1.

Esta segunda fase do trabalho englobou análises comparativas do desempenho de vários materiais e componentes, que seriam utilizados para substituir os existentes - já que uma das diretrizes adotadas significou a substituição das divisórias de madeira originais que lá permaneciam, bem como a troca das esquadrias de fachada e da maior parte das instalações prediais, hidráulicas e elétricas, devido a problemas de segurança e necessidades de manutenção. Quanto à estrutura de concreto armado, deveria sofrer apenas um processo de recuperação superficial.

O primeiro bloco escolhido para reforma foi o "Bloco F", por ser o de pior estado geral de conservação e também de segurança; ainda durante a fase de detalhamento do projeto, foi realizada a retirada dos moradores e sua transferência para outras acomodações, de modo a liberar o edifício para a realização das obras necessárias. Foi nesse contexto que se propôs a construção de um *apartamento protótipo* para ser usado como *instrumento auxiliar de projeto*, trazendo informações adicionais importantes para a busca das soluções técnicas mais adequadas.

Figura 5.1 Alterações arquitetônicas propostas para as unidades do Conjunto Residencial da USP (ESCRITÓRIO PILOTO, 1984)

A idéia de construção do protótipo foi viabilizada a partir da colaboração de um grande número de empresas fornecedoras de materiais e componentes, cujos produtos atendiam às especificações escolhidas para estudo no detalhamento do projeto; estas comprometeram-se com a doação dos itens necessários à construção do protótipo, em muitos casos fornecendo inclusive a mão-de-obra.

A metodologia adotada no projeto utilizou ao máximo os princípios de *racionalização construtiva*, com marcante padronização de soluções, sendo as seguintes as principais especificações finais resultantes (ESCRITÓRIO PILOTO, 1985):

- paredes internas e externas de alvenaria de blocos de concreto celular autoclavado, utilizando blocos de 75 mm de espessura e densidade do material de 500 kg/m³;
- revestimentos internos, em áreas secas, com gesso aplicado diretamente sobre os blocos, mais pintura látex PVA;
- revestimentos internos, em áreas úmidas, com azulejos esmaltados 15x15cm assentados com argamassa adesiva diretamente sobre a alvenaria;
- revestimentos externos com argamassa industrializada, pré-dosada e pigmentada;
- esquadrias de portas internas utilizando apenas componentes industrializados e padronizados, com marcos de aço galvanizado pintado e portas de madeira reconstituída, pré-pintadas;

- esquadrias de janelas internas em aço pintado;
- esquadrias de janelas externas em alumínio anodizado, com baixa gramatura dos perfis, utilizando fixação sem contramarco a partir de vãos executados com o auxílio de gabaritos;
- instalações hidro-sanitárias embutidas, com ramais de água e esgoto de PVC rígido, executadas pelo sistema de *kit* pré-montado;
- instalações elétricas com eletrodutos de aço pintado, aparentes.

Para a condução do "detalhamento em escala real" representado pela execução de um apartamento protótipo, foi utilizada a área correspondente à unidade nº 102 do primeiro andar do próprio Bloco F do CRUSP, que já estava inteiramente desocupado e, portanto, as condições foram as mais reais possíveis. É importante esclarecer que o objetivo estabelecido na construção do protótipo não seria decidir entre dois ou mais possíveis materiais, para um dado item de especificação, mas sim contribuir para a *racionalização* dos materiais previamente eleitos na fase de anteprojeto com base em critérios de desempenho usuais.

Através do protótipo, foram possíveis algumas alterações ou complementações importantes no detalhamento do projeto e que permitiram melhorar uma série de itens do mesmo, resultando na antecipação de falhas ou dificuldades que seriam constatadas apenas bem depois da conclusão e entrega de um projeto em condições normais.

Estas alterações ou complementações envolveram, por exemplo:

- o enrijecimento de alguns painéis de alvenaria a partir da modificação do intertravamento de algumas paredes e utilização de novos reforços com barras ou perfis de aço;
- um melhor desenho da forma e disposição das barras de aço para amarração de paredes e dos detalhes de ligação à estrutura de concreto armado existente;
- verificar a facilidade de embutimento de instalações e conseqüências desse quanto à integridade das paredes de alvenaria, resultando em alterações na disposição dos ramais de água e esgoto;
- proceder um ajuste final de dimensões e avaliar perdas de materiais na execução da alvenaria, pela necessidade de corte dos blocos.

A figura 5.2 mostra alguns registros fotográficos elaborados durante a execução do protótipo e, posteriormente, já durante a etapa de obra.

É importante destacar que essa experiência, voltada à solução de graves problemas de segurança e habitabilidade, crônicos no caso do Conjunto Residencial da USP, foi caracterizada pela orientação essencialmente científica que norteou todo o processo, permitindo aplicar e desenvolver uma série de metodologias aplicáveis ao projeto de edifícios. Os resultados mais significativos desta experiência são comentados a seguir.

Figura 5.2 Registros fotográficos elaborados durante a execução do protótipo e das obras de reforma no Bloco F do Conjunto Residencial da USP (MELHADO, 1986)

5.1.3 Análise dos resultados da experiência

Inicialmente, pode-se destacar que a anteriormente citada orientação dada ao desenvolvimento do projeto resultou em trabalhos que, em si, constituem itens não convencionais em um projeto, tais como:

- *avaliação pós-ocupação* aplicada ao conjunto como um todo, cujos edifícios apresentavam situações bastante particularizadas, tanto de utilização, quanto construtivas e de manutenção, orientando as soluções pela análise e compreensão do processo que conduziu à situação existente²;
- elaboração de um programa de necessidades, para orientar a reorganização e reforma do CRUSP, com a *consulta direta aos usuários*;
- *estudo de alternativas* de materiais e tecnologias construtivas passíveis de serem aplicadas, a partir da seleção de propriedades e estabelecimento de requisitos e critérios, dentro do enfoque de *desempenho*, traduzindo na forma técnica as necessidades implícitas manifestadas;
- desenvolvimento de alternativas visando o anteprojeto das unidades remodeladas, incluindo mobiliário, associados também a estudos de *equipamentos coletivos e serviços e reurbanização do Conjunto*;
- elaboração de projeto detalhado, com *consulta a fabricantes e fornecedores* de materiais e serviços e apoio dos mesmos na execução do *protótipo* da unidade de moradia, o que foi efetivado até mesmo quanto ao *mobiliário*;

² Uma das características especiais desse projeto era a exigência de um perfeito entendimento do histórico social e técnico do CRUSP, para não redundar em propostas que tratassem *efeitos*, sem considerar efetivamente as *causas* da deterioração dos edifícios.

- desenvolvimento de *detalhes construtivos voltados para a execução*, como detalhes de amarrações, plantas de primeira e segunda fiadas e vistas de paredes de alvenaria, perspectivas explodidas de instalações hidráulicas, detalhes de esquadrias, paginação de revestimentos, entre outros;
- elaboração, além de memoriais descritivos, de *memoriais justificativos* de projeto e especificações detalhadas de itens de materiais e de serviços, com *procedimentos de execução*, sendo esses memoriais parte integrante do projeto detalhado.

Esse projeto, por ser voltado à contratação de reforma por parte da Coordenadoria de Saúde e Assistência Social (COSEAS), vinculada à Reitoria da Universidade de São Paulo, foi um trabalho destinado à contratação e execução de obra pública³; não obstante, constitui-se em um marco significativo na aplicação de conhecimentos e métodos, os quais hoje podem ser aplicados no âmbito de empreendimentos da iniciativa privada, inclusive.

Pela sua contribuição ao entendimento do processo de projeto e sua inserção no processo do empreendimento, a experiência descrita reveste-se de grande utilidade na discussão dos sistemas da qualidade, que norteia este trabalho. Nesse sentido, alguns aspectos decorrentes da experiência realizada àquela época merecem ser destacados:

- ficou muito clara a importância da correta interpretação das necessidades do usuário e a sua harmonização com as expectativas do empreendedor, para a elaboração do projeto a partir de um *programa de necessidades*;

³ Foram comentadas no capítulo 3 as principais características que diferenciam empreendimentos da iniciativa privada daqueles realizados por entidades governamentais.

- o estudo de alternativas de solução para a correta especificação de materiais e componentes, como base e justificativa das decisões de projeto, bem como a inclusão de procedimentos de execução, foram partes de um método usado para a integração entre projeto e processo de produção, o qual pode ser adequado para quaisquer tipos de obras;
- a utilidade do *protótipo* como *ferramenta* de detalhamento de projeto, no caso de itens como montagem do *kit* de instalações hidráulicas, amarração de alvenarias e detalhes de acabamento, foi indiscutível⁴, concluindo-se que sua adoção pode ser viável sempre que há padronização e repetitividade - obtendo assim maior produtividade, redução de desperdícios e maior durabilidade do edifício e de suas partes.

Por outro lado, alguns insucessos no desempenho do projeto foram posteriormente constatados, ao longo da etapa de execução:

- a empresa construtora contratada ao final da licitação pública para reforma do primeiro bloco apresentou uma *postura conservadora* quanto a algumas das soluções especificadas em projeto, modificando o seu detalhamento e inutilizando parte do trabalho realizado no protótipo;
- por se tratar de *obra pública*, a relação entre projetistas e construtores foi significativamente prejudicada, por não ser naturalmente possível qualquer contato antes da contratação da empreiteira, nem ter sido estimulado durante a etapa de execução pelo órgão contratante;

⁴ A este respeito veja-se MELHADO (1986).

- há a interferência de um outro agente nesse tipo de contrato, que influencia os resultados: a *fiscalização* por parte do órgão público que contrata a execução da obra, a qual se torna primeira instância de decisão em caso de dúvida, embora nem sempre preparada para tal, particularmente quanto ao conhecimento das soluções e especificações constantes no projeto⁵.

A partir dos elementos fornecidos para a compreensão do contexto e dos resultados desta experiência, deve-se acrescentar que o debate das questões de organização e metodologia do processo de projeto foi extremamente rico, resultando um grande aprendizado, obtido ao longo dos sucessos e insucessos que se sucederam. Em um balanço geral dos resultados junto aos *clientes do projeto*, houve a criação de melhores condições para os estudantes e a adoção de soluções de relação entre custo e desempenho favorável, obtendo assim boa aceitação por parte de moradores e dos próprios órgãos da Universidade envolvidos no processo. Infelizmente, nem todas as intervenções previstas foram realizadas e, embora a maior parte tenha sido reproduzida, uma parte das soluções propostas foi alterada, sem a participação da equipe do Escritório Piloto, na execução posterior da reforma de outros blocos do Conjunto Residencial.

Hoje, ao analisar qualquer empreendimento de construção de edifícios, tendo como base os conceitos aprofundados naqueles anos, é possível ampliar a nossa visão voltada ao desempenho em uso dos produtos, que de início poderiam parecer apenas "idéias no papel", avaliando suas reais dimensões técnicas e sociais e a importância do conhecimento que envolve a tecnologia de construção, dentro do processo do empreendimento.

⁵ Neste caso, a qualidade do projeto *enquanto informação* torna-se um fator crítico para o sucesso do mesmo, já que não há a previsão do *serviço de projeto* na assistência à execução da obra.

5.2 Experiências de Novas Metodologias de Projeto com Participação do Construtor

A necessidade de estudar o tema *projeto* surgiu, inicialmente, a partir de trabalhos de pesquisa e de consultoria vinculados a convênios entre a EPUSP e tradicionais empresas construtoras, desenvolvidos por professores do Departamento de Engenharia de Construção Civil desta Escola, em que havia o objetivo de aplicar diretrizes de *racionalização construtiva* aos empreendimentos habitacionais da empresa.

Nesses trabalhos de pesquisa e de consultoria constatou-se que parte das dificuldades encontradas para mudança nos métodos de produção estava vinculada ao *conteúdo dos projetos*, elaborados por projetistas contratados, com coordenação feita internamente à empresa. Assim, são descritos a seguir os resultados de duas destas experiências, em que o processo de projeto foi objeto de uma revisão conceitual e de procedimentos, que objetivou permitir a evolução tecnológica em empresas de incorporação e construção.

5.2.1 Sistematização da coordenação de projetos de edifícios

5.2.1.1 Estratégia adotada no trabalho

Dentro de um convênio estabelecido entre a Universidade e uma empresa de incorporação e construção⁶, a partir da necessidade verificada de um tratamento metodológico mais correto dos problemas de projeto, foi proposta, aceita e desenvolvida a pesquisa intitulada "Sistematização da Coordenação

⁶ A empresa em questão é a Lix da Cunha Construtora S.A., cuja sede está localizada na cidade de Campinas (SP).

de Projetos de Edifícios Habitacionais" (MELHADO & VIOLANI, 1992b), cujo objetivo final era o de criar, internamente à construtora, uma equipe de coordenação de projeto apta a viabilizar a implantação de métodos e sistemas construtivos racionalizados, aumentando a qualidade do produto final, a partir de ações conduzidas desde a etapa de projeto.

A primeira fase da pesquisa consistiu em fazer um levantamento dos setores internos da empresa envolvidos direta e indiretamente com a questão, analisando seus métodos de trabalho e o relacionamento entre esses setores, no que afetasse as questões vinculadas ao projeto; esse trabalho pretendeu agir inclusive como uma forma de preparação dos setores da empresa para as mudanças.

Ao longo desse trabalho, várias dificuldades foram enfrentadas e foi possível comprovar algumas "suspeitas" relativas à composição dos fatores que dificultavam as mudanças internas à empresa, que haviam sido previamente constatados informalmente. Quanto às conclusões obtidas nesta primeira fase, pode-se citar, dentre as principais:

- ocorria sistematicamente uma *falta de especificação das características do produto* que se pretendia projetar, por parte do empreendedor⁷, com conseqüente repercussão para a qualidade na contratação dos projetistas;
- havia com freqüência a fixação de *prazos irrealmente curtos* para a elaboração das etapas iniciais de projeto, sendo que também ocorria muitas vezes um período de paralisação das atividades;

⁷ Na empresa em questão, em caso de obras de edifícios por incorporação, uma empresa do mesmo grupo a que pertence a construtora faz o papel de empreendedor.

- constatou-se a falta de *estabelecerem-se requisitos técnicos de orientação do arquiteto*, quanto a escolha dos principais métodos construtivos e especificações do edifício;
- ocorria a *elaboração do projeto na forma compartimentada*, que se dava sempre na seqüência: arquitetura; estrutura; sistemas de instalações prediais;
- tinha-se uma grande *dificuldade de relacionamento entre a construtora e a área de empreendimento*, havendo falhas de comunicação entre os profissionais dos dois setores, além de superposição ou diluição de atribuições e responsabilidades;
- havia uma *remuneração incoerente dos projetistas*, em alguns casos desprestigiando a participação de alguns face aos demais;
- mantinha-se a tradição de proceder-se uma *análise em profundidade somente do projeto detalhado*, já em sua forma quase final;
- percebeu-se a existência de *fatores de interferência* internos à empresa, com poder de decisão - por exemplo, a atuação de assessores da diretoria do grupo empresarial em conflito com a de profissionais da construtora;
- as áreas de *suprimentos e de planejamento e custos não davam suporte adequado para decisões a serem tomadas ao longo da etapa de projeto*, atuando somente "a posteriori", quando o mesmo havia sido concluído;

- não existiam a *realimentação e o registro de soluções* dadas a problemas construtivos durante a execução; apesar de a empresa possuir longa experiência no mercado, esta não estava disponível como informação para a elaboração de novos projetos.

Na segunda fase da pesquisa, um projeto ainda no início foi escolhido para a aplicação piloto, em que as partes da metodologia eram sucessivamente propostas e avaliadas, etapa a etapa, quanto a seus resultados. Esse segundo trabalho elaborado no projeto de pesquisa é comentado a seguir.

5.2.1.2 Aplicação piloto da metodologia de coordenação de projeto

Foi objeto desta fase o empreendimento de um conjunto residencial com 17 edifícios de cinco pavimentos, em Moji-Guaçu - SP, que se constituiu na aplicação-piloto da metodologia (ver figuras 5.3, 5.4 e 5.5).

As principais características do conjunto projetado são as seguintes:

- área do terreno: 22.554 m²;
- área total construída do conjunto projetado: 18.668 m²;
- 17 edifícios de quatro e cinco pavimentos, totalizando 306 apartamentos;
- padronização arquitetônica da unidade básica (apartamento), que apresentava 53,72 m² de área útil, contendo sala, dois dormitórios, banheiro, cozinha e área de serviço, com baixo índice de área de circulação por área utilizável;

Figura 5.3
Planta geral do conjunto residencial em Moji-Guaçu

Figura 5.4 Características dos edifícios do conjunto residencial projetado para a cidade de Moji-Guaçu (planta do pavimento-tipo)

Figura 5.5 Características dos edifícios do conjunto residencial projetado para a cidade de Moji-Guaçu (fachada lateral)

- sistema construtivo adotado: alvenaria estrutural não armada, com blocos de concreto e peças especiais de medidas complementares, para permitir perfeita amarração nos encontros de paredes;
- vedações horizontais constituídas por lajes de concreto moldadas no local (pisos) e telhado cerâmico sobre estrutura de madeira (cobertura);
- revestimentos externos de parede com argamassa pintada e internos com gesso aplicado sobre o bloco, mais pintura, ou de azulejos (áreas molhadas);

- revestimentos internos de piso com carpete ou ladrilhos cerâmicos (áreas molhadas), aplicados diretamente sobre a laje acabada, sem contrapiso;
- esquadrias de janelas e de portas externas de alumínio anodizado, com peitoris pré-moldados de concreto;
- esquadrias internas de portas com marcos de chapa dobrada de aço galvanizado e portas de madeira, pintados;
- instalações elétricas e hidro-sanitárias embutidas, sendo as prumadas de água e de esgoto concentradas em dutos ("shafts") e os ramais de instalações de água, concentrados em uma parede "hidráulica".

A partir da introdução de conceitos tecnológicos voltados à *racionalização construtiva* e *construtibilidade*, o projeto do conjunto residencial em questão traz como resultado para o produto um padrão compatível com a faixa de mercado a que se destina, com custo de construção reduzido.

Esse resultado pôde ser obtido graças à utilização de um sistema construtivo baseado na alvenaria estrutural não armada, da adoção de detalhes de fixação de esquadrias sem quebra posterior da alvenaria e do emprego de especificações de revestimentos racionalizados, utilizando o controle da precisão geométrica da estrutura para reduzir o consumo de materiais e de mão-de-obra - contribuindo, assim, para a qualidade do produto e do processo.

Observe-se que a tecnologia de alvenaria estrutural não armada, desenvolvida a partir de pesquisas realizadas pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Construção Civil - CPqDCC, na EPUSP, representam o aperfeiçoamento de

processos construtivos de alvenaria estrutural - anteriormente utilizados apenas em programas de habitação popular e que, após esse trabalho de desenvolvimento, foram levados para a aplicação em produtos destinados à comercialização junto à classe média da população, dentro do mercado de incorporação e construção.

A introdução destas características positivas quanto ao conteúdo de tecnologia incorporado ao empreendimento só foi possível a partir de uma *orientação do projeto* às necessidades da construtora, implicando em um suporte técnico dado à equipe de projeto, provido por engenheiros da própria empresa e por apoio de consultoria.

A metodologia desenvolvida exigia que a coordenação de projeto fosse realizada por um profissional experiente da construtora, que fazia a administração dos contratos de projeto e orientava o fluxo de informações entre os membros da equipe multidisciplinar de projeto. Atuavam permanentemente nessa equipe: um representante do *empreendedor*, envolvido desde as primeiras definições do projeto; projetistas de *arquitetura*, de *estruturas* e de *sistemas prediais*; profissionais da construtora, incluindo os engenheiros ligados diretamente à *execução*, fundamentais na discussão dos aspectos de construtibilidade; *consultores* de racionalização construtiva; além da participação eventual de outros profissionais, da área de planejamento e custos, ou vinculados a fornecedores.

O coordenador contava ainda com o auxílio de dois arquitetos, para exame dos elementos de projeto e comunicação com os integrantes da equipe de projeto.

As etapas principais do trabalho dirigido à elaboração desse projeto foram as seguintes:

- estudo de *alternativas para a arquitetura básica do conjunto e do andar tipo dos edifícios*, até a convergência para a solução adotada no estudo preliminar aprovado;
- elaboração simultânea de *anteprojetos de arquitetura, estruturas e instalações prediais*, coordenada com o auxílio de reuniões envolvendo o coordenador do projeto, os vários projetistas, profissionais da construtora, consultores e o representante do empreendedor; esta fase do projeto envolveu a compatibilização de interfaces entre as especialidades de projeto acima, além da discussão das especificações e detalhes a serem considerados pelos projetistas para permitir a incorporação de métodos construtivos racionalizados;
- elaboração do *projeto legal*, para efeito de aprovação na prefeitura e obtenção de financiamento junto a instituição bancária;
- *detalhamento do projeto*, a partir das soluções discutidas e aprovadas na fase anterior, mantendo-se o processo de reuniões de coordenação e considerando-se sempre as necessidades e implicações quanto à execução;
- *exame final* do projeto "executivo", feito pelos profissionais da construtora e com o auxílio dos consultores, visando correções e complementações na apresentação final dos dados incorporados ao projeto.

Para o sucesso na busca da qualidade, permitindo aplicar os princípios de racionalização construtiva e de construtibilidade no desenvolvimento do projeto, algumas condições importantes foram introduzidas nesta experiência:

- houve a *discussão aprofundada do estudo preliminar*, melhorando as características do produto, com alterações significativas da unidade básica, permitindo adaptá-las a uma proposta tecnológica da empresa; uma vez que essa fase de projeto é a de maior flexibilidade para a tomada de decisões no empreendimento;
- foi realizada a *contratação antecipada* dos projetistas de estrutura e instalações, ao contrário da prática anteriormente adotada pela empresa, visando maior coerência entre visões especializadas de profissionais diferentes;
- incluiu-se a *participação de profissionais da construtora*, junto à equipe de projeto, possibilitando uma influência acentuada das necessidades do processo de produção, conduzindo o desenvolvimento e servindo de critério de decisão no projeto, desde suas fases iniciais;
- estabeleceram-se *contatos com fornecedores* durante a elaboração do projeto, permitindo maior domínio das características e especificações de materiais e componentes considerados pela equipe de projeto na seleção de alternativas;
- de modo geral, optou-se pela *concentração de esforços nas fases iniciais*, garantindo maior controle sobre o resultado final do projeto e a implantação

no empreendimento de diretrizes coerentes com o conhecimento técnico e a experiência de atuação da construtora.

O produto final do trabalho de pesquisa elaborado em convênio com a empresa foi um texto que se constituiu no embrião de um *manual da qualidade do projeto*, para uso das áreas de incorporação e construção de edifícios. Como *subproduto*, obteve-se o projeto do conjunto residencial a ser construído em Moji-Guaçu.

5.2.1.3 Análise dos resultados do projeto de pesquisa

A continuidade natural do trabalho teria sido a implantação de uma *nova cultura de projeto*, internamente à empresa, implicando em mudanças organizacionais e de procedimentos e envolvendo diversas áreas e suas inter-relações.

No entanto, uma grave falha no processo de implantação das propostas ocorreu pela visão do trabalho efetuado com base no *subproduto* resultante e não de seu *conteúdo metodológico* - ou seja, a empresa, através de seus profissionais nas principais funções de caráter decisório, tendia a valorizar apenas o resultado da aplicação piloto, não se preocupando em debater e incorporar os procedimentos que permitiriam sistematizar e incorporar os procedimentos necessários à elaboração de novos projetos.

Além da descontinuidade na implantação, os resultados obtidos, amplamente favoráveis quanto à qualidade do projeto resultante da aplicação-piloto, não foram completos por não ter sido possível a avaliação na etapa de execução -

a empresa não viabilizou a obtenção de fontes de financiamento para a construção, truncando assim o processo.

Não obstante a mudança compulsória do término do período de avaliação dos resultados, além da falta de continuidade, esta foi uma experiência valiosa e que ajudou a fundamentar várias das propostas contidas neste trabalho.

As conclusões mais significativas que derivaram desta aplicação da metodologia proposta são as seguintes:

- ficaram muito claros os ganhos para a qualidade, obtidos a partir da **sistematização e valorização da coordenação de projeto**;
- os resultados não foram melhores devido à **postura do empreendedor**, que se interessou apenas pelos aspectos mais diretamente ligados ao produto, não dando muita atenção a questões tecnológicas ou de execução.

Atualmente, o trabalho efetuado voltou a ganhar um sentido de continuidade, através da atuação junto a outras empresas de incorporação e construção, que apresentam características similares, sendo detectados vários pontos em comum com a experiência descrita acima.

Objetivando a análise de alguns pontos particulares, serão descritos a seguir alguns resultados parciais de um trabalho que se encontra ainda em andamento.

5.2.2 Coordenação de projeto em empresas com setor próprio de arquitetura

Atualmente, está sendo desenvolvido um outro trabalho no âmbito de uma empresa de incorporação e construção, dentro de um projeto de consultoria com a duração de doze meses, com o propósito de implantar diretrizes de racionalização de projetos de edifícios habitacionais construídos pela empresa.

Esse último caso apresenta-se interessante por representar um tipo de configuração de empresa diferente do anterior, quanto ao processo de elaboração de projetos. A empresa em questão possui um setor organizado de projeto, atuando na elaboração dos projetos de *arquitetura* e na *coordenação* dos demais itens realizados por empresas projetistas contratadas⁸.

Esse setor de projeto está vinculado à superintendência de obras da empresa (segundo nível hierárquico), caracterizando-se como uma assessoria, embora seu trabalho possua uma função operacional, atuando em conjunto com os demais setores da empresa ou de outras áreas do grupo empresarial a que pertence a construtora.

Pelo fato de não ocorrer, ao menos na maioria dos casos, a participação de projetistas de arquitetura externos à empresa, tem-se algumas alterações importantes para o quadro que envolve as ações de evolução tecnológica adotadas pela empresa e seu efeito sobre o processo de projeto; na realidade, surgem ao mesmo tempo algumas circunstâncias vantajosas e desvantajosas para a implantação da garantia da qualidade dos projetos nesta empresa.

⁸ Trata-se da Schahin Cury Engenharia e Comércio, empresa construtora que possui uma equipe de arquitetura, a qual desenvolve projetos para os empreendimentos da empresa de incorporação do mesmo grupo, dentre outras atividades de apoio.

Assim, pode-se enumerar algumas vantagens e desvantagens decorrentes desta configuração de empresa, que certamente se repetem em várias outras incorporadoras e construtoras:

- *personalização*: a partir desta configuração, torna-se mais fácil a interiorização do processo de idealização dos produtos que caracterizam a participação da incorporadora no mercado, possibilitando estabelecer padrões e aperfeiçoá-los sucessivamente; por outro lado, não favorece a renovação, exceto na hipótese de mudanças constantes dos profissionais da equipe, o que também poderia apresentar várias outras desvantagens;
- *tempo de resposta*: as ações que visem promover a qualidade ou a evolução tecnológica podem ser mais rapidamente absorvidas, já que não se tem a necessidade de garantir parcerias, bem como terem sua continuidade garantida pela mais fácil retroalimentação a partir dos resultados e da memorização de sucessos e insucessos; por outro lado, a fixação de uma equipe, além de significar um custo fixo para a empresa, pode resultar em maior inércia face a mudanças bruscas de orientação, se os profissionais não se sentirem motivados e estimulados - o que eventualmente seria mais simples de obter da parte de projetistas contratados;
- *ligação qualidade do produto e do processo*: pode-se ter uma relação mais direta e imediata entre as propostas que visam melhorar características do produto e aquelas que se dirigem às questões vinculadas à produção - incluindo-se o desenvolvimento de inovações sob ambos os pontos de vista, isto é, que permitam melhores resultados tanto para o produto quanto para o processo; é verdade que esta ligação não será completa, pois

interioriza o projeto arquitetônico mas não elimina totalmente a relação entre fornecedor e cliente interna ao projeto, já que os demais especialistas de projeto continuam a ser contratados;

- *sistema de informação*: a empresa tem potencial para criar processos de informação para auxílio às decisões de projeto, interligando o setor de projeto a outros da empresa, como suprimentos, planejamento e custos, ou ao próprio sistema de controle e apropriação de dados das obras; a criação desse sistema de informação exige, por outro lado, um investimento considerável em informatização e deve ser bem projetado para as necessidades da empresa, de modo a trazer retorno compatível com o investimento requerido, sob pena de ser julgado dispendioso e ineficaz.

Da mesma forma que no caso anterior, a linguagem adotada e as diretrizes que orientam o projeto são diferentes para os profissionais de formações distintas: tanto os profissionais de incorporação quanto os projetistas de arquitetura apresentam grande interesse pelo produto "acabado", desenvolvendo o projeto sob esse enfoque principal, ficando as questões ligadas à execução, tais como a adoção de princípios de racionalização e de construtibilidade, inicialmente em segundo plano - o que pode levar a postergar a discussão de alguns dos requisitos da tecnologia construtiva adotada, que influenciariam as decisões de projeto desde suas primeiras fases, além de orientar de modo diferente a formação dos padrões da empresa em termos das características de seus produtos⁹.

⁹ É importante diferenciar, neste ponto, o processo de projeto de uma obra - em que a perspectiva ao longo de seu desenvolvimento é dada pelas exigências do empreendimento em questão - do processo de projeto que se estabelece na empresa, ou seja, da forma como são sistematizados os procedimentos que se aplicam a cada novo projeto e que resultam em padrões de informação que acabam influenciando toda a cultura construtiva da empresa. Este último processo é aquele que é objeto deste trabalho e será mais discutido no capítulo 6.

5.3 Considerações Finais Sobre os Temas do Capítulo 5

A implantação de novas metodologias de projeto apresenta uma série de perspectivas animadoras para a qualidade, como também uma série de dificuldades e barreiras, o que foi mostrado neste capítulo a partir do relato e análise de algumas experiências conduzidas nesse sentido.

Nas empresas de incorporação e construção, as experiências realizadas no âmbito de convênios com a EPUSP e que foram aqui discutidas, envolveram uma motivação empresarial bastante contemporânea, em que a qualidade é entendida como instrumento para atingir a competitividade e garantir melhores resultados no mercado de atuação destas empresas; no entanto, os sistemas da qualidade destas empresas apresentam ainda hoje muitas deficiências, que se pretende superar, no tocante ao processo de projeto e suas relações com demais atividades inter-relacionadas.

Assim, pode-se sintetizar os conceitos apresentados anteriormente, dentro do interesse da proposta que é apresentada no próximo capítulo deste trabalho:

- a importância da elaboração de um programa de necessidades - significando a correta interpretação das necessidades do usuário e dos objetivos do empreendimento;
- *concentração de esforços nas fases iniciais do projeto;*
- formação antecipada da equipe de projeto, introduzindo a prática de elaboração simultânea de *anteprojetos*;

- *participação de profissionais da construtora*, inclusive na coordenação do projeto;
- elaborar os *detalhes construtivos voltados para a execução*, coerentes com os procedimentos de execução adotados pela empresa;
- integração entre projeto e *processo de produção*, áreas de *empreendimento, suprimentos* e de *planejamento e custos* da empresa e estabelecimento de relações mais modernas com *fornecedores*, significando uma *nova cultura de projeto*.

Esse conjunto de elementos deve contribuir com as ações que visam promover a qualidade ou a evolução tecnológica, que podem ser então mais rapidamente absorvidas, combatendo uma *postura conservadora* muitas vezes presente nas empresas - postura esta que envolve a falta de especificação adequada das características do produto pelo empreendedor, a prática comum de *elaboração do projeto na forma compartimentada*, entre outros fatores que contribuem para a *não qualidade* do projeto de edifícios.

6 ANÁLISE E PROPOSTAS

Este sexto capítulo contém a proposta feita neste trabalho, tratando das diretrizes e métodos para elaboração e controle da qualidade no desenvolvimento do projeto de edifícios, bem como sua implantação no contexto de programas da qualidade de empresas incorporadoras e construtoras.

A partir da base proporcionada pelos capítulos 2, 3, 4 e 5, será analisada aqui a inserção do projeto de edifícios em um processo de geração do empreendimento, objetivando a implantação de sistemas da qualidade de modo coerente com a adoção de critérios de evolução tecnológica, racionalização e construtibilidade. Para tal, serão considerados ainda a visão histórica da atividade de construir antes apresentada, bem como os resultados das experiências descritas de implantação de novas metodologias de projeto.

6.1 Diretrizes para a Estruturação do Processo de Projeto

6.1.1 A filosofia da qualidade e o projeto

Como introduzido no segundo e terceiro capítulos, as análises que partem da filosofia da qualidade, originada em outras indústrias, ajudam a evidenciar as distorções que na Construção Civil cercam a participação do projeto no processo de geração do produto *edifício*.

Esse caráter deformado da inserção do projeto foi evidenciado pelas figuras anteriormente apresentadas nos capítulos 2 e 3 (figuras 2.5, 2.6, 3.6 e 3.7), em que se mostrou o contraste entre o chamado ciclo da qualidade na Construção

Civil e o processo que se estabelece em um empreendimento, particularmente na construção de edifícios por empresas de incorporação e construção (figura 3.6), onde em geral o projeto ocorre de modo truncado, desfavorável à implantação de sistemas da qualidade.

As relações da empresa com agentes financeiros e com órgãos de aprovação, a viabilização do lançamento do produto e outros aspectos vinculados à geração do empreendimento são elementos predominantes no ciclo praticado pela maioria das empresas, relegando a qualidade do projeto a segundo plano.

Pode-se aqui relemburar a mudança de enfoque verificada na indústria japonesa, na qual o projeto foi sendo gradativamente mais valorizado face aos esforços de inspeção e controle, voltados a etapas posteriores no processo de geração do produto, entendendo-se com isto que há uma defasagem conceitual entre as práticas adotadas na Construção Civil com relação a outros ambientes industriais. Para que se possa mudar o enfoque corrente hoje no mercado de incorporação e construção, especificamente, deve-se alterar as relações do projeto com as demais atividades que compõem o ciclo da qualidade, o que significa:

- estreitar as relações entre as atividades de projeto e de *planejamento* do empreendimento, para adequada inicialização do processo do empreendimento, utilizando de forma estratégica o projeto, considerando as necessidades do usuário e resultando na formulação de políticas de *marketing* coerentes com a qualidade do produto;
- relacionar as decisões de projeto a informações advindas do *uso, operação e manutenção* de produtos já entregues aos usuários, através de um

processo de coleta e análise de informação, que pode provocar a retroalimentação e auxiliar a sistematização dos procedimentos de decisão em projeto;

- integrar projeto e *execução* (o que será detalhado nos itens 6.1.2 e 6.1.3);
- tratar o projetista como um participante efetivo do ciclo da qualidade, estabelecendo *procedimentos* que norteiem de modo objetivo as relações cliente-fornecedor na contratação, acompanhamento e controle dos projetos - consideradas suas peculiaridades¹;
- compatibilizar as atividades de projeto e suprimentos - envolvendo as relações da empresa com *fabricantes e distribuidores de materiais e componentes* - para permitir o desenvolvimento de inovações tecnológicas, através da realização de trabalhos conjuntos, que podem então serem traduzidas em especificações e detalhamento adotados no projeto.

A adequada inserção da atividade de projeto no processo do empreendimento permitirá, ainda, a consideração do necessário atendimento aos três principais *clientes do projeto* - o usuário, o empreendedor e o construtor - significando a estruturação dos procedimentos de projeto de modo a permitir a satisfação desses clientes, equilibrando seus interesses e trazendo melhores resultados para a atuação da empresa em seu mercado.

A diretriz resultante deve contemplar a mudança estratégica no papel do projeto, a qual pode ser expressa como:

¹ A complexidade do papel do projeto não permite, evidentemente, tratá-lo como um simples "insumo" e ao projetista, como um mero "fornecedor", já que o projeto influi de forma decisiva sobre todo o processo, como quanto às especificações de materiais, tecnologia adotada, etc..

"A atividade de projeto deve ser entendida como instrumento fundamental para o aumento da competitividade da empresa, integrando-se aos demais processos que participam do ciclo da qualidade".

6.1.2 Enfoque sistêmico do processo e qualidade do projeto

Como visto anteriormente no capítulo 3, a atividade de projeto possui a característica essencial de gerar e receber influências globais no empreendimento; daí o interesse em discutir-se o caráter sistêmico - em que o empreendimento ou a empresa são sistemas nos quais o projeto está inserido.

WOOD JR. (1993) apresenta idéias relacionadas à utilização dos conceitos da Teoria dos Sistemas na solução de problemas da qualidade, valorizando o enfoque global no enfrentamento das questões e a consciência crítica da inserção de cada ação no todo da empresa. Um ponto fundamental destacado por WOOD JR. é o *raciocínio sistêmico*: a tendência natural do modo ocidental de pensar e agir é o emprego de formas lineares-causais, devendo-se evitar o estabelecimento de relações causa-efeito simplistas.

HANDLER (1970) desenvolve um *enfoque sistêmico para a atividade do arquiteto*, apresentando uma divisão das atividades realizadas nos empreendimentos, definindo quatro subsistemas de um sistema por ele denominado "sistema arquitetônico"², que podem ser denominados:

- subsistema projeto;

² Na realidade, este sistema representa, na visão de vários outros autores (incluindo GARCIA MESEGUER, 1991), o próprio *empreendimento*.

- subsistema construção;
- subsistema uso;
- subsistema operação e manutenção.

Esse autor dá destaque à importância de empregar-se uma visão global: "para projetar satisfatoriamente um produto, o arquiteto tem de considerar todo o espectro do processo, desde seu início até a conclusão, quando deverão tornar-se evidentes os objetivos da construção proposta e as atividades para as quais ele foi projetado".

No subsistema projeto, HANDLER enfatiza a consideração de um conjunto de *restrições*, constituído pelos objetivos adotados pelo empreendimento, pelas limitações a ele impostas e pelo atendimento a quatro grupos de critérios. Tais restrições condicionarão o processo de projeto, que utilizará como *dados de entrada* métodos e conhecimentos especializados, para ao final oferecer, como *saídas* desse subsistema, as informações necessárias à execução da obra (dados de entrada para o subsistema construção). A figura 6.1 exhibe a configuração do subsistema projeto, adaptada a partir da proposta de HANDLER.

Produzidos a partir do conjunto de *restrições* de diversas naturezas e origens, estabelecidas no nível de objetivos, de limitações e, por último, de critérios - dentre os quais estão os critérios técnicos, em meio aos humanos, sociais e econômicos - será considerado um conjunto de *dados de entrada* desde a elaboração das primeiras idéias vinculadas ao projeto, dando assim forma às possíveis soluções.

RESTRIÇÕES

Figura 6.1 O subsistema projeto (adaptado de HANDLER, 1970)

Observe-se que no rol de restrições que condicionam os dados de entrada do processo de projeto, incluem-se as limitações de legislação e custos, que estreitam a faixa de possibilidades que contém as alternativas de solução para o projeto, especialmente quanto ao partido arquitetônico e padrão de acabamento, os quais podem ser aspectos bastante influentes sobre as características do produto.

Aos dados de entrada originados pelas restrições citadas associam-se a *metodologia de projeto*, o conhecimento prático e o apoio de consultoria para subsidiarem o processo de projeto.

O processo de *projeto em si*, composto (segundo HANDLER) por atividades de concepção, planejamento, análise, seleção e síntese final, produz como resultado subsídios à execução. Esses *dados de saída* são as soluções de projeto, que mostram como deve ser o produto concebido, através da especificação de componentes, arranjos, dimensões, detalhes, enfim, caracterizam-no de forma completa. A continuidade do trabalho da equipe de projeto, iniciada a obra, é fundamental: o projetista deve "estar sempre disposto a ir ao canteiro de obras, não se limitando a entregar o pacote de projetos" (VANNUCCHI & KÖNIGSBERGER, 1991).

Não pode também faltar à visão sistêmica proposta um processo de retroalimentação adequado e ágil, permitindo não apenas a informação a futuros projetos, como também ao longo do próprio empreendimento que esteja em processo. Dos subsistemas **uso e operação e manutenção** devem retornar ao projeto as informações resultantes de um processo de avaliação dos resultados, que em qualidade seria a medida da satisfação das necessidades do cliente externo (comprador ou usuário).

É importante aqui salientar que a consideração das questões relativas ao uso, operação e manutenção, tais como a durabilidade do edifício e de suas partes, os custos de operação e de manutenção, deve ser feita de forma sistemática e que possa subsidiar com informações necessárias à tomada de decisões no projeto, servindo de fator de equilíbrio para impedir que os aspectos de custo inicial sejam os únicos a serem considerados na seleção de alternativas.

Esse processo de avaliação pode ser realizado com a aplicação do processo denominado, por diversos autores, *avaliação pós-ocupação* (APO). Dentro de um ponto de vista contemporâneo no Brasil, a APO envolve as relações entre *homem e ambiente construído* e consiste em avaliar o impacto de soluções de projeto no desempenho técnico e funcional da obra, através de estudos de caso e técnicas de mapeamento e consulta aos usuários. Segundo ORNSTEIN (1993), a avaliação pós-ocupação tem-se concentrado em analisar aspectos "técnico-construtivos", econômicos e funcionais, estes últimos ligados a adequação dos espaços e ao conforto ambiental, antes de abranger fatores comportamentais e psicológicos. Para efeito deste trabalho, considerar-se-á as aplicações da APO tanto em seu caráter "técnico" quanto "psicológico", como um instrumento para a retroalimentação do processo de projeto.

Portanto, em parte, as idéias publicadas por HANDLER ainda permanecem atuais, podendo-se ligar a visão sistêmica proposta por ele a um dos princípios fundamentais da qualidade, que é a integração entre as atividades ligadas a um ciclo produtivo e destas aos elementos externos do ciclo, existentes no mercado em que se insere o produto, favorecendo um enfoque abrangente das questões que envolvem a evolução do setor de construção de edifícios.

E, como visto no quarto capítulo, a estruturação do processo de projeto deve levar em conta a integração das iniciativas de *desenvolvimento de tecnologia* com a atividade das equipes de projeto, o que é fundamental, *tanto quanto* a integração com relação aos grupos ligados diretamente à execução (ver figura 4.2). Faltava a esta análise, portanto, a consideração mais detalhada dos aspectos vinculados à tecnologia de produção que, dentro do enfoque deste trabalho, serão incluídos com destaque na diretriz formulada no item 6.1.3, a seguir.

Em síntese, as considerações desenvolvidas até aqui podem ser traduzidas como mais uma das diretrizes para a estruturação do processo de projeto:

"A atividade de projeto deve estar integrada, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos, com o conjunto das atividades vinculadas ao empreendimento e às relações externas da empresa, sendo considerada um subsistema desse conjunto."

6.1.3 Projeto do produto e projeto do processo

Pode-se traçar um paralelo com o conceito de *engenharia simultânea*³, em voga na indústria automobilística, conceito em que se tem *simultaneamente* a elaboração do "projeto do produto" e do "projeto do processo".

FERREIRA (1993) avalia a introdução desse conceito, na verdade, como uma redescoberta: "antigamente, antes do taylorismo, os artesões eram

³ Conforme FERREIRA (1993), o conceito de "engenharia simultânea" surgiu na Ford Motor Company (EUA) no início da década de 80, durante o projeto Taurus, podendo ser encontrado em outras indústrias com diferentes denominações: *engenharia concorrente* (indústria mecânica em geral); *engenharia paralela* (indústria eletrônica).

simultaneamente projetistas e produtores". Este autor apresenta uma série de passos a seguir para a implantação da engenharia simultânea em um dado projeto, dentre os quais destacam-se:

- a indicação de um responsável pelo projeto (*coordenador*), que liderará a equipe, com poderes sobre decisões de outras áreas que afetem o projeto;
- promover treinamentos cruzados: ensinar aos engenheiros de projeto sobre produção e vice-versa;
- cooperação total de outras áreas da empresa.

Aplicando princípios de *engenharia simultânea*, CARDOSO (1993) defende a idéia de formar grupos de projeto na Construção Civil segundo "cortes transversais", reunindo diferentes profissionais além dos projetistas: homens de vendas, encarregados de produção, de assistência técnica, qualidade, custos, fornecedores, etc., superpondo as fases de *concepção* e de *projeto para produção*, de forma similar ao que já é feito em outras indústrias.

Devido às dificuldades para a obtenção da qualidade do projeto, já apontadas no terceiro capítulo, a extensão desse conceito à Construção Civil deve exigir algumas alterações na organização dos empreendimentos, de modo a permitir a consideração de ambos aspectos desde o início. Essa adaptação faz-se necessária em várias conjunturas e não apenas no caso brasileiro.

Segundo BOBROFF (1993), o momento atual (*na França*) inclui, na busca de modernização das empresas, a tentativa de reagrupar projetistas, construtores e investidores em uma mesma equipe de trabalho - já que existe hoje uma

divisão de fases dentro de um empreendimento, que o transforma em um "duplo" empreendimento: a primeira fase orientada pelo projeto e pela definição de preço; e a segunda fase voltada ao gerenciamento da produção.

A autora acima cita como exemplo um trabalho desenvolvido em uma empresa francesa de construção, em que se introduziu recentemente as seguintes inovações na organização do processo de geração do empreendimento:

- nas primeiras fases do empreendimento já são consideradas alternativas de arquitetura e de tecnologia;
- há a participação de engenheiros ligados à execução na decisão de soluções técnicas de projeto;
- esta filosofia facilita a previsão de custos, torna-a mais precisa e permite antecipar a organização de canteiro e subcontratações.

Pode-se somar a isto a *participação dos projetistas estendida à etapa de execução*, dentro do conceito de projeto como serviço, o que significa a solução efetiva dos problemas dentro das necessidades previstas e não previstas, as últimas podendo surgir até o final do processo do empreendimento e inclusive após a entrega ao usuário. A adoção desse princípio implica em que tal "assistência permanente" seja sistemática e conste das próprias atribuições do projetista previstas em seu contrato.

Nesse sentido, projetar passa a ser uma função ao mesmo tempo exercida nos níveis estratégico e operacional da empresa, devendo haver a devida integração entre eles. Um programa de desenvolvimento tecnológico em fase

de condução na empresa exercerá, portanto, uma natural influência, orientando o projeto a evoluir segundo as necessidades originadas na busca da qualidade dos processos de produção.

Conclui-se que deve haver uma melhor inserção do processo de projeto dentro do *sistema empresa* e do *sistema empreendimento*, cujas características e inter-relações devem ser consideradas para a obtenção da qualidade do projeto e do produto final.

O projeto deve incluir informações destinadas à criação da infra-estrutura de produção e à organização, planejamento e controle das atividades. Como assinala MARTUCCI (1990), o projeto pode ser dividido em dois conteúdos, por ele considerados fundamentais no caso de programas destinados à construção habitacional para populações de baixa renda, quais sejam: o projeto do *produto* e o projeto da *produção*. Sendo assim, parece natural que tais informações estejam vinculadas a experiências distintas, já que os profissionais "de produto" não têm, em muitos casos, igual vivência de produção - aqui a especialização é entendida como necessária e útil, desde que os dois tipos de profissionais, com diferentes conteúdos, estejam permanentemente em contato e atuem de forma coerente dentro de um mesmo projeto.

MARTUCCI dá destaque a essa necessidade de coerência: "o projeto e a produção (...) não devem, em hipótese alguma, caminharem dissociados".

O plano da qualidade em empresas de incorporação e construção deve ser estruturado de modo a orientar e subsidiar a elaboração do projeto levando em

conta esses dois prismas, ou seja: o do produto e o do processo. A figura 6.2 ilustra essa situação.

Figura 6.2 Projeto do produto e projeto da produção, orientados pelo plano da qualidade da empresa

FRANCO (1992), ao analisar a elaboração dos *procedimentos construtivos*, conceitua sua importância para a qualidade da execução e afirma que os mesmos, adotados como normas internas da empresa, são responsáveis pela definição de técnicas e métodos de produção e pelo estabelecimento de referências para o controle e a verificação dos serviços.

O mesmo autor também salienta a necessidade de um "*projeto do processo produtivo*", o qual tem o objetivo de ordenar os grupos de atividades para a elaboração dos serviços na execução do empreendimento.

Assim, no desenvolvimento de projetos de processo, a empresa construtora poderá recorrer, como fonte de referência, a normas ou procedimentos que orientem a execução dos serviços previstos, os quais tornarão esse projeto mais simples, claro e bem definido.

A atividade de projetar, portanto, *não* pode ser resumida à caracterização geométrica e das especificações de acabamento do produto desejado - uma série de dados quanto ao processo de produção devem ser colocados entre as informações que compõem o conjunto de elementos de projeto. Tal conjunto de informações distingue-se de uma coletânea de normas para execução dos serviços, já que no primeiro há o caráter necessário de seqüenciamento e orientação das atividades, como um todo, ao longo das etapas de execução da obra.

Pode-se formular, por conseguinte, uma diretriz a ser seguida na definição do conteúdo do projeto e na orientação das decisões tomadas em seu processo de elaboração:

"O conjunto de informações de um projeto deve incluir, além das especificações do produto a ser construído, também as especificações dos meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários para executar o seu processo de construção".

6.1.4 Informações e padronização na elaboração do projeto

A normalização em vigor não contempla, de forma atual e coerente com os princípios da qualidade mostrados anteriormente, os aspectos relacionados ao conteúdo e à forma dos elementos de projeto de edifícios.

Os órgãos oficiais tratam do assunto ao focar a questão da contratação no Regulamento de Honorários Profissionais do CREA (REGULAMENTO..., s.d.) e na norma **NBR-5670**: Seleção e Contratação de Serviços e Obras de Engenharia e Arquitetura de Natureza Privada (ABNT, 1977a). É tratada ainda a *elaboração dos projetos*, nas seguintes normas oficiais:

- **NBR-5679**: Elaboração de Projetos de Obras de Engenharia e Arquitetura (ABNT, 1977d);
- **NBR-5671**: Participação dos Intervenientes em Serviços e Obras de Engenharia e Arquitetura (ABNT, 1989);
- **NBR-12722**: Discriminação de Serviços Técnicos para Construção de Edifícios (ABNT, 1992).

Tais normas não enfocam, porém, a metodologia de projeto e os parâmetros para obtenção da qualidade, estando atualmente superadas e necessitando uma completa revisão. Por exemplo: a informação não necessariamente deve partir dos projetistas, os quais nem sempre a detêm e, por isso mesmo, não faz sentido que o respeito à *autoria de projeto* torne-se responsável por um fluxo unilateral em todas as relações entre projeto e obra - o que estaria perfeitamente "dentro das normas".

Todos esses textos deveriam sofrer uma adequação aos conceitos mais recentes na concepção e elaboração dos projetos de edifícios. Devem ser incluídos o enfoque *muldisciplinar* e considerados os conceitos de *racionalização construtiva e construtibilidade*.

Esses aspectos mencionados podem ser providos por mudanças metodológicas, nas quais a participação do *construtor*, ou de um *consultor de tecnologia construtiva* no processo de projeto, podem ser positivas e bem aproveitadas para a evolução da qualidade dos mesmos, quanto à consideração dos princípios de racionalização construtiva e construtibilidade .

Um recurso a ser explorado, e que deve permitir soluções mais definitivas, conquanto passam a ser incorporadas à estrutura organizacional da empresa, é a criação de uma "memória" construtiva. Deve coletar um conjunto de informações técnicas e de detalhes construtivos, que vai sendo complementado até tornar-se fonte de referência atualizada e suficiente para as necessidades da empresa.

Como propõem HALL & FLETCHER (1990), para implementar a qualidade na construção de edifícios "o acesso dos projetistas às fontes de informação precisa ser estabelecido (...) particularmente quanto ao que é possível de ser executado e quais são as expectativas da equipe de construção". Os mesmos autores criticam a especificação de "produtos desconhecidos que não possuem informação clara a respeito".

O caminho para a evolução tecnológica passa pela estruturação de um *banco de informações*, disponível para utilização pelos projetistas. Na hipótese de contratação do projeto pela empresa construtora, o banco de informações será dado de entrada para a sua elaboração, contendo: prescrições ou recomendações para a especificação de materiais e serviços, tipos e alternativas de detalhes construtivos, recomendações dimensionais na forma de malhas de modulação ou de índices geométricos a serem respeitados, dentre outros. Tal sistema de informações sobre tecnologia construtiva,

fundamental para "alavancar" a evolução e aumentar a competitividade da empresa, será denominado aqui *banco de tecnologia construtiva*. A figura 6.3 ilustra a sua inserção nas etapas de projeto e execução.

Figura 6.3 Proposta do banco de tecnologia como ligação entre etapas de projeto e execução e parte do processo de desenvolvimento tecnológico da empresa

Porém, cabe discutir a viabilidade e a eficácia dessa sistemática: quando será interessante a adoção do banco de tecnologia? Se a construtora desenvolver ou contratar o desenvolvimento de um projeto e esse for direcionado para um

dado sistema construtivo⁴, na acepção da palavra, o caminho natural é sem dúvida esse, como bem demonstrou FRANCO (1992) em seu trabalho, com relação a um sistema construtivo em alvenaria estrutural de blocos de concreto. Ao optar pela adoção de uma tecnologia sistematizada, as informações oriundas do desenvolvimento tecnológico subsidiarão o trabalho do projetista, de modo a torná-lo produtivo e eficaz, com uma metodologia de detalhamento e o uso de informação técnica vinculada às próprias soluções construtivas testadas e aprimoradas em obra.

Por outro lado, se pensarmos no processo construtivo tradicional, tal processo, que não é um sistema construtivo, não garante nível de detalhamento e informações tecnológicas suficientes, em quantidade e qualidade, para a elaboração dos projetos.

Assim surgiram as iniciativas de algumas empresas que investem em desenvolvimento tecnológico, buscando a racionalização do processo construtivo tradicional, com vistas à obtenção de sistemas construtivos próprios que se constituam em evolução significativa, sem no entanto representar uma ruptura brusca nos procedimentos e práticas usuais de projeto e execução, quanto a padrões e materiais utilizados, técnicas de execução, qualificação da mão-de-obra, enfim, mantendo a estrutura básica de organização e produção das obras de edifícios.

A partir da adoção desses sistemas construtivos racionalizados, que empregam técnicas otimizadas, componentes de qualidade especificada e

⁴ Na definição apresentada por SABBATINI (1989), *sistema construtivo* é "um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo", o que significa um alto grau de definição da tecnologia construtiva empregada.

controlada, tirando partido de padronização e coordenação dimensional, empregando pré-moldagem e pré-montagem, centralizando atividades importantes e estabelecendo um controle de qualidade efetivo, é igualmente viável e eficaz a utilização do banco de tecnologia.

E, na hipótese mais imediata de um processo de projeto que não possa ser subsidiado por informações oriundas de um banco de tecnologia? A elaboração do projeto deverá exigir, desde seu início, a participação de consultores em métodos construtivos, que deverão atuar junto à coordenação do projeto, e antes, junto à gerência do empreendimento, com vistas a agregar efetivamente ao produto final a tecnologia especificada.

No caso de projetos nessa última situação, que é a situação geral encontrada hoje, vale a colocação feita por CAMBIAGHI (1992): "o conteúdo de um projeto completo deve ser o mais abrangente possível, de sorte a permitir: sua verificação e coordenação; identificação dos processos e métodos construtivos; qualificação, especificação e quantificação de todos os elementos que constituem a obra". Assim, a implantação de um banco de informações auxiliaria na consolidação de esforços anteriores, tornando cada vez mais simples e econômicos os projetos.

No entanto, cabe lembrar que para obter sucesso na implantação e aplicação de qualquer sistema de informação, como observa LONGO (1987), não podem existir descontinuidades em sua execução ou erros no dimensionamento do sistema, desgastando a idéia e desmotivando o seu emprego.

Portanto, resulta como diretriz ao final deste item, conforme a configuração tecnológica em que esteja inserido o processo de projeto:

- 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 da 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"*.

6.1.5 A atividade de projeto como serviço na construção de edifícios

Foi discutido no segundo capítulo o conceito de serviço, contrapondo-se ao de produto, com vistas à estruturação de práticas e procedimentos voltados à qualidade do projeto. Dentro desse tema, MARQUES (1979) analisa com extrema clareza a distinção entre as duas dimensões do projeto, apresentando dois possíveis conceitos do mesmo:

- o conceito "estático", que se refere ao "projeto como um produto, constituído de elementos gráficos e descritivos, ordenados e elaborados segundo uma linguagem apropriada, visando atender às necessidades da fase de execução";
- o conceito "dinâmico" de projeto, que lhe confere "um sentido de processo através do qual são produzidas soluções para os problemas que deram causa ao empreendimento e que justificam o investimento".

Nesse último conceito, fica clara a caracterização do projeto como serviço, apesar de o mesmo ser confundido muitas vezes com o seu resultado físico: um conjunto de desenhos e textos contendo especificações técnicas e geométricas.

MARQUES completa a sua conceituação sintetizando: "o projeto, segundo seu conceito estático, é na realidade o produto final do processo". Se essa for a consciência de todos os participantes do empreendimento, terá sido devolvida ao projeto a sua importância e o seu potencial de contribuir para o sucesso do empreendimento e para a evolução da Construção Civil.

A atividade de projeto, então, deverá ser encarada dentro das seguintes dimensões:

- projeto como processo estratégico, visando atender às necessidades e exigências do empreendedor, portanto voltado à definição de características do produto final do empreendimento;
- projeto como processo operacional, visando a eficiência e a confiabilidade dos processos que geram o mesmo produto.

Neste trabalho, dá-se destaque à segunda dimensão atribuída ao projeto, devendo-se observar, porém, que em ambos os casos há a caracterização do *projeto enquanto serviço*, em consonância com objetivos e metas formulados, sejam esses de natureza das exigências do mercado, de caráter econômico-financeiro, ou de cunho tecnológico.

E, para adequada inserção do projeto no sistema produtivo que gera o edifício, a elaboração daquele deve seguir as diretrizes tecnológicas da empresa e utilizar como critérios de concepção, estudo e seleção de alternativas, os princípios de racionalização e construtibilidade, baseando-se em um conjunto de informações de tecnologia construtiva desenvolvida e sedimentada ao longo da execução de várias obras.

A atividade de projeto não cessa quando da entrega do projeto à obra. Na medida em que existe a imprevisibilidade e que a eficácia das decisões tomadas em projeto só pode ser efetivamente avaliada durante a execução, a permanência da equipe de projeto ao longo daquele período é fundamental, servindo ainda como retroalimentação ao subsistema projeto, trazendo questões que devem ser adequadamente respondidas por ele - o que é perfeitamente coerente com o enfoque sistêmico visto em 6.1.2.

Na realidade, o que se denomina em geral de "projeto" é o resultado da atividade, portanto está-se fazendo referência ao projeto como *produto*, que deriva do projeto enquanto serviço, na forma de um conjunto de documentos que é produto daquela atividade de projeto. O aspecto formal não é determinante, pois esses documentos podem, eventualmente, serem substituídos por outros com características absolutamente diversas das formas convencionais - como no caso de transmissão e consulta direta de dados em redes de computadores - sem que se agregue um diferencial quanto ao seu conteúdo.

Como serviço e como produto, o projeto deve estar sujeito a mecanismos de garantia da qualidade, mas deve-se distinguir entre o *controle da qualidade do*

"produto projeto" e os mecanismos que garantem a qualidade do projeto como serviço.

O primeiro pode ter verificada a sua conformidade com padrões formais estabelecidos - o que significaria confrontar o conjunto de elementos de projeto recebidos pelo contratante com uma lista de verificação, como a apresentada no Anexo deste trabalho.

O segundo, porém, será consequência da eficácia operacional do próprio sistema da qualidade da empresa e de suas relações com as empresas externas a esse sistema.

Como diretriz resultante, tem-se que:

"O projeto deve ser especificado e contratado como um serviço, respeitando-se as relações estabelecidas pelo sistema da qualidade que gera o empreendimento".

Percebe-se que o controle da qualidade, através da verificação dos elementos recebidos pela empresa, mesmo que com base em uma listagem exaustiva de itens e de um intenso trabalho de especificação e padronização das características desse produto, não podem ser consideradas suficientes para garantir a qualidade; restará ainda estruturar procedimentos que agreguem qualidade ao *processo de projeto*. Para tal, podem colaborar os mecanismos de auditoria da qualidade anteriormente discutidos no capítulo 2 (item 2.2.3), bem como a análise crítica do projeto, dentre outros aspectos que serão tratados nos itens 6.3 e 6.4.

6.1.6 A multidisciplinaridade do processo de projeto de edifícios

Segundo MARQUES (1979), "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".

MARQUES avalia que a crescente complexidade operacional dos empreendimentos, somada à própria tendência à especialização cada vez maior, gera por consequência a necessidade de técnica específica para a condução do projeto - onde estão as principais dificuldades para a obtenção da qualidade.

LUSH (1988), ao falar sobre a organização do processo de projeto de edifícios em que serão utilizados sistemas de automação - os chamados edifícios "inteligentes" - compara o arranjo tradicional da equipe de projeto com o conceito de *equipe multidisciplinar* (ver figura 6.4).

Esse conceito mostrado por LUSH é condizente com a aplicação do princípio de "engenharia simultânea", em que as atividades especializadas relacionadas com o empreendimento deixam de serem hierarquizadas em seqüência, organizando-se em trabalhos simultâneos e inter-relacionados.

E, pela multidisciplinaridade do processo, surge em decorrência a necessidade de criar uma orientação dos trabalhos de cada um dos especialistas, segundo um mesmo conjunto de diretrizes, com a priorização das tarefas de acordo com os objetivos gerais do empreendimento e baseada em critérios voltados à qualidade.

Arranjo tradicional

Equipe multidisciplinar

Figura 6.4 Os arranjos das equipes de projeto, segundo a forma tradicional e com o conceito de equipe multidisciplinar (LUSH, 1988)

A necessidade de haver essa *coordenação* do processo de projeto é reconhecida por vários autores, sendo o papel do coordenador assim descrito por MARQUES: "deve possuir características de liderança, bem como saber usá-la, quando se defrontar com impasses em áreas de interesse de mais de uma especialidade (...) conseguir o comprometimento de todos os membros da equipe (...) deve ser profissional com vivência no campo de projeto e também de execução de obras, de tal forma que possa transmitir à equipe a orientação adequada que promova a necessária integração dessas duas etapas do empreendimento".

WOOD JR. (1993) discute o significado do trabalho e aprendizado em grupo: "acredita-se que os grupos multiplicam a capacidade de compreensão dos problemas e agilizam as soluções" mas "muitas vezes nos esquecemos de que certas tarefas podem e devem ser realizadas por especialistas" pois "o grupo, algumas vezes, encobre a incapacidade técnica dos indivíduos" e "deixa a falsa sensação de que o possível foi feito".

Fica claro o quanto é fundamental que o líder de um grupo seja crítico e flexível o suficiente para avaliar a produção do mesmo e decidir acerca da necessidade ou não de consultar especialistas externos ao grupo. Transportada para a posição do *coordenador* em um projeto, face ao trabalho de equipe na sua elaboração, essa análise pode auxiliar a dissolver a noção de "autoria" do projeto, enfatizando o todo e impedindo que haja uma "compartimentação estanque" de suas partes.

MARQUES simboliza a atividade do *coordenação* do projeto como um processo iterativo *em espiral*, onde ocorre a compatibilização das diversas "especialidades" ou "disciplinas" envolvidas no projeto, especialmente -

segundo o autor - na fase de detalhamento das soluções. A figura 6.5 ilustra esse procedimento de coordenação.

Figura 6.5 A coordenação de projetos no detalhamento de soluções (MARQUES, 1979)

Hoje, a partir do enfoque multidisciplinar, conclui-se que a chamada "espiral de projeto" apresentada por MARQUES passa a ocorrer em passos bastante rápidos, levando o coordenador a exercer o seu papel em contato quase simultâneo com os diversos especialistas que compõem a equipe de projeto.

A compreensão das necessidades de um dado projeto, levando a questões cujas soluções devem ser orientadas por especialistas em cada disciplina,

pode condicionar a qualidade do projeto e deve ser preocupação constante do coordenador - que não deve nunca subestimar a complexidade potencial existente ou conformar-se com um entendimento parcial do problema. Para maior eficácia, as necessidades dessa formação de equipe devem ser identificadas no início do empreendimento, sendo os profissionais especialistas colocados em contato com o caso quanto antes for possível.

A partir do exposto, percebe-se a necessidade de adequar os textos oficiais que tratam do assunto, revisando profundamente as normas técnicas em vigor, nas quais ainda se considera o *projeto de arquitetura* como o responsável pelas indicações a serem seguidas pelos projetos de estruturas e instalações, sem definir uma atividade de coordenação clara, objetiva e independente. Isso se aplica especialmente à já citada NBR-12722 - antiga NB-144 (ABNT, 1992).

A diretriz básica a ser adotada em projetos de edifícios, quanto à constituição e coordenação da equipe, deve incluir os conceitos destacados anteriormente:

"O desenvolvimento do projeto deve ser baseado no trabalho gerado por uma equipe multidisciplinar e coordenada de forma iterativa por um profissional com adequada experiência em projeto e execução".

Formuladas as diretrizes, apresenta-se a seguir os elementos que compõem a proposta deste trabalho para a metodologia de coordenação e desenvolvimento do projeto de edifícios, onde serão tratados sucessivamente: a *organização* do processo de projeto; a *terminologia* adotada no projeto de edifícios; e a *garantia da qualidade* do projeto.

6.2 Metodologia de Desenvolvimento e Coordenação de Projetos

6.2.1 Organização do processo de projeto

Os princípios básicos propostos para o desenvolvimento e a coordenação do projeto utilizarão como orientação a busca da qualidade em todas as fases do empreendimento, agregando as diretrizes formuladas no item 6.1, as quais, em resumo, incluem:

- a adequação das relações entre projeto e planejamento do empreendimento, projeto e suprimentos, projeto e execução, projeto e uso e manutenção, dentro dos princípios da qualidade, ampliando a competitividade da empresa;
- o caráter sistêmico da atividade de projeto, vinculada ao empreendimento e às relações externas da empresa, considerada um subsistema do conjunto;
- a inclusão no projeto do estudo dos meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários para a execução;
- a disponibilidade de informações que comporão um banco de tecnologia construtiva para apoio à elaboração do projeto;
- o projeto como serviço, gerando o produto projeto;
- o desenvolvimento do projeto por uma equipe multidisciplinar e coordenada de forma iterativa.

Para ilustrar a inserção do projeto ao longo de suas fases e o papel dos quatro participantes do empreendimento, a figura 6.6, adiante, apresenta um fluxograma geral das atividades envolvidas desde a idealização do empreendimento até a sua entrega ao usuário, o qual pode ou não coincidir com o próprio empreendedor.

O processo passa por etapas conceitualmente progressivas, onde a liberdade de decisão entre alternativas vai sendo gradativamente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas:

- **idealização do produto:** a formulação do empreendimento ocorre a partir de uma primeira solução que atenda a uma série de necessidades e restrições iniciais colocadas (*Programa de Necessidades*);
- **análise de viabilidade:** a solução inicial é avaliada, segundo critérios estabelecidos previamente, contemplando aspectos de custo, tecnologia, adequação ao usuário e às restrições legais correspondentes; o processo é iterativo até que seja encontrada a solução definitiva, a qual será traduzida em um *Estudo Preliminar* que servirá de ponto de partida para o desenvolvimento do projeto;
- **formalização:** a solução adotada toma forma, resultando ao final da mesma no nível de anteprojeto;
- **detalhamento:** são elaborados, conjunta e iterativamente, o detalhamento final do produto (que resulta no *Projeto Executivo*) e a análise das necessidades vinculadas aos processos de execução, esta última dando origem ao *Projeto para Produção*;

Figura 6.6 Proposta para o processo de desenvolvimento do projeto com a ação dos quatro participantes do empreendimento

- **planejamento e execução:** a partir do Projeto para Produção, faz-se o planejamento das etapas de execução da obra, a qual passa a ser conduzida dentro dos procedimentos da empresa e com a assistência da equipe de projeto ao longo da mesma;
- **entrega:** o produto é passado às mãos do usuário, que terá a assistência técnica da construtora na fase inicial de uso, operação e manutenção, onde serão coletadas informações para a retroalimentação necessária à melhoria contínua do processo.

Como se observou acima, os elementos de projeto resultantes do *detalhamento* diferenciam-se em sua finalidade, distinguindo-se: um conjunto de informações a ser utilizado para fins de orçamento e contratação; e um outro destinado à utilização pelo pessoal de produção em obra. Para uma compreensão mais abrangente do conteúdo e particularidades das etapas acima, pode-se consultar as definições desses elementos na terminologia proposta adiante (ver item 6.2.2).

Para o processo de projeto mostrado na figura 6.6, propõe-se, com base nas diretrizes apresentadas em 6.1, a seguinte *constituição básica da equipe*, tendo como integrantes:

- representante do empreendedor, atuando no *desenvolvimento do produto*;
- arquiteto ou grupo de projeto de *arquitetura*;
- engenheiro de *estruturas* ou grupo de projeto de estruturas;

- engenheiro de *sistemas prediais* ou grupo de projeto de sistemas prediais;
- grupo do projeto para produção, ligado ao construtor, responsável pela *engenharia de construção*, participando com a visão de processo;
- consultores especializados, incluindo: especialistas em *tecnologia de construção*; analistas de *custos*; e outros, os quais serão determinados pelo coordenador de projeto a partir da necessidade de cada empreendimento.

A equipe, de caráter multidisciplinar, deve seguir a orientação do *coordenador do projeto* - o qual, ligado ao empreendedor, seguirá as diretrizes de projeto da empresa e estará atento às exigências constantes de legislações e normas aplicáveis a cada caso. A composição e inter-relacionamento das disciplinas dentro da equipe e sua ligação com o empreendedor estão expressos na figura 6.7.

A qualidade do trabalho de coordenação, quanto à abrangência e visão crítica, será de grande relevância para o sucesso do empreendimento. No desenvolvimento do projeto, esse trabalho de coordenação ao longo das várias etapas é fundamental para a qualidade do mesmo, encaminhando as decisões que, além de atenderem ao programa de necessidades do empreendimento, garantirão os níveis de racionalização e construtibilidade desejados.

A coordenação também deverá identificar a eventual necessidade de participação de consultores, promoverá a comunicação adequada entre os projetistas, analisará custo e viabilidade de alternativas de projeto, enfim, terá a missão de elevar o projeto ao melhor de suas potencialidades.

Figura 6.7 Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto

Para isso deve-se realizar reuniões entre a coordenação de projeto, o representante do empreendedor, os projetistas e eventualmente os consultores. Essas deverão ser no mínimo duas reuniões por etapa, consideradas indispensáveis para dar continuidade à orientação das

atividades de projeto. A título de exemplificação, pode-se ter a seguinte seqüência de reuniões ao longo do desenvolvimento de um projeto:

(a) RP: Reunião de Planejamento - fechamento conceitual da ficha de informações e elaboração de Programa de Necessidades prévio a ser apresentado aos projetistas, na ocasião da formação da equipe;

Participantes: representante do empreendedor; coordenador do projeto;

(b) RE-1: Reunião de Estudo Preliminar nº 1 - o Programa de Necessidades é apresentado aos projetistas, juntamente com a Ficha de Informações; são explicitadas as diretrizes, objetivos e expectativas do empreendimento; é feita a elaboração da programação para o desenvolvimento do projeto;

Participantes: representante do empreendedor; coordenador do projeto; projetistas de arquitetura, de estrutura e de sistemas prediais; grupo do projeto para produção da construtora;

(c) RE-2: Reunião de Estudo Preliminar nº 2 - apresentação, pelo projetista de arquitetura, da proposta arquitetônica em linhas gerais; discussão com demais projetistas, grupo do projeto para produção e consultores eventuais para análise e encaminhamento do Estudo Preliminar;

Participantes: representante do empreendedor; coordenador do projeto; projetistas de arquitetura, estrutura e sistemas prediais; grupo do projeto para produção da construtora;

(d) RE-3: Reunião de Estudo Preliminar nº 3 - fechamento conceitual do Estudo Preliminar; encaminhamento da elaboração do Anteprojeto;

Participantes: representante do empreendedor; coordenador do projeto; projetistas de arquitetura, estrutura e sistemas prediais; grupo do projeto para produção da construtora;

(e) RA-1: Reunião de Anteprojeto nº 1 - encaminhamento para adequação do projeto ao nível de Anteprojeto;

Participantes: representante do empreendedor; coordenador do projeto; projetistas de arquitetura, estrutura e sistemas prediais; grupo do projeto para produção da construtora;

(f) RA-2: Reunião de Anteprojeto nº 2 - fechamento conceitual do Anteprojeto; encaminhamento para entrega dos produtos finais desta fase e do Projeto Legal;

Participantes: representante do empreendedor; coordenador do projeto; projetistas de arquitetura, estrutura e sistemas prediais; grupo do projeto para produção da construtora;

(g) RD-1: Reunião de Detalhamento de Projeto nº 1 - discussão e encaminhamento dos Projetos *Executivo* e *para Produção*, sendo levantadas as lacunas ou dúvidas existentes ou resolução das interferências entre partes do projeto, para adequação do projeto ao nível de execução;

Participantes: representante do empreendedor; coordenador do projeto; projetistas de arquitetura, estrutura e sistemas prediais; grupo do projeto para produção da construtora;

(h) RD-2: Reunião de Detalhamento de Projeto nº 2 - fechamento conceitual dos Projetos *Executivo e para Produção* e encaminhamento para entrega dos produtos finais desta fase;

Participantes: representante do empreendedor; coordenador do projeto; projetistas de arquitetura, estrutura e sistemas prediais; grupo do projeto para produção da construtora.

Resume-se adiante, na tabela 6.1, o conjunto de reuniões apresentado; *outras reuniões poderão ser realizadas*, conforme a necessidade, as quais podem ser convocadas a partir de solicitação do coordenador do projeto ou pelo empreendedor, segundo particularidades de cada projeto.

É fundamental que os participantes de uma dada reunião estejam previamente informados da pauta, bem como recebam cópias dos documentos, relatórios, desenhos e outros itens para análise, preparando elementos e levando-os à reunião, de modo a torná-la mais conclusiva.

Os pontos a serem colocados em pauta pelo coordenador do projeto devem ser extraídos a partir da análise dos resultados e das pendências do projeto em seu estágio correspondente, sendo enviada junto com a convocação para a reunião.

Tabela 6.1 Resumo da seqüência de reuniões de coordenação ao longo do desenvolvimento de um projeto (exemplo)

	CONTEÚDO DA PAUTA	PARTICIPANTES
RP	<ul style="list-style-type: none"> • fechamento do Programa de Necessidades 	<ul style="list-style-type: none"> • repres. do empreendedor • coordenador do projeto
RE-1	<ul style="list-style-type: none"> • apresentação aos projetistas das diretrizes, objetivos e expectativas do empreendimento • programação do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • repres. do empreendedor • coordenador do projeto • projetista de arquitetura • projetista de estruturas • projetista de sist. prediais • grupo do proj. produção
RE-2	<ul style="list-style-type: none"> • apresentação da proposta arquitetônica • discussão com demais participantes para encaminhamento do Estudo Preliminar 	<ul style="list-style-type: none"> • repres. do empreendedor • coordenador do projeto • projetista de arquitetura • projetista de estruturas • projetista de sist. prediais • grupo do proj. produção
RE-3	<ul style="list-style-type: none"> • fechamento conceitual do Estudo Preliminar • encaminhamento do Anteprojeto 	<ul style="list-style-type: none"> • repres. do empreendedor • coordenador do projeto • projetista de arquitetura • projetista de estruturas • projetista de sist. prediais • grupo do proj. produção
RA-1	<ul style="list-style-type: none"> • discussão e encaminhamento para adequação do projeto ao nível de Anteprojeto 	<ul style="list-style-type: none"> • repres. do empreendedor • coordenador do projeto • projetista de arquitetura • projetista de estruturas • projetista de sist. prediais • grupo do proj. produção
RA-2	<ul style="list-style-type: none"> • fechamento conceitual do Anteprojeto • encaminhamento para entrega do Anteprojeto e Projeto Legal 	<ul style="list-style-type: none"> • repres. do empreendedor • coordenador do projeto • projetista de arquitetura • projetista de estruturas • projetista de sist. prediais • grupo do proj. produção
RD-1	<ul style="list-style-type: none"> • discussão dos Projetos Executivo e para Produção • solução de dúvidas, lacunas e interferências 	<ul style="list-style-type: none"> • repres. do empreendedor • coordenador do projeto • projetista de arquitetura • projetista de estruturas • projetista de sist. prediais • grupo do proj. produção
RD-2	<ul style="list-style-type: none"> • fechamento dos Projetos Executivo e para Produção • encaminhamento para entrega final 	<ul style="list-style-type: none"> • repres. do empreendedor • coordenador do projeto • projetista de arquitetura • projetista de estruturas • projetista de sist. prediais • grupo do proj. produção

Mas, além dos procedimentos de desenvolvimento e coordenação, interessa discutir também a *atuação dos projetistas*. Quanto a este ponto particular, o manual de qualidade do empreendimento publicado pela ASCE (1988) apresenta algumas considerações importantes:

- os projetistas que respondem por cada disciplina envolvida no projeto são elementos-chave, devendo ser cobrada deles a *responsabilidade* sobre a produção dos elementos de projeto correspondentes, quanto a: prazos, atendimento às necessidades do empreendedor, qualidade e precisão das soluções técnicas, e custos;
- cada um dos projetistas deve estar preocupado em garantir a compatibilidade do seu trabalho com o dos demais membros da equipe, colaborando para a coordenação das *interfaces*.

A terminologia associada às atividades de projeto, aos seus produtos e à sua organização e controle será o tema tratado a seguir.

6.2.2 Terminologia associada ao projeto de edifícios

Segundo GAMA (1994), o levantamento do vocabulário técnico precede o estabelecimento de normas técnicas, sendo uma preocupação que vem desde o século 18 - em que surgiu a *enciclopédia*. Esse autor afirma: "o estabelecimento de normas e padrões deveria, portanto, começar com um mínimo de uniformização dos vocabulários técnicos e dos significados emprestados às palavras".

Cabe então nesta proposta a descrição de alguns dos principais termos relativos ao tema, os quais foram anteriormente utilizados neste trabalho, mas que agora assumem um significado mais preciso, de modo a estabelecer uma necessária clareza e coerência.

Como discutido inicialmente no item 3.3.1 no capítulo 3, a palavra *projeto* pode ser utilizada com diversas acepções e interpretada de um grande número de formas. Nas palavras de Ariosto Mila: "a realização de uma obra (...) depende sempre de um processo de comunicação entre o criador da idéia e o executor, que a concretiza" (MILA, s.d.).

Com base nessa afirmação que transcrevemos acima, importante pela simplicidade e clareza, propõe-se definir dentro do contexto deste trabalho o conteúdo dos principais produtos da atividade de projeto, e que se constituem em "canais de comunicação". Será adotada a seguinte definição conceitual para o termo:

Projeto: *atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução.*

A definição acima refere-se ao projeto como um todo, sendo necessário distinguir dentro do mesmo as atividades ou fases que o compõem. Não se faz aqui, como é comum encontrar em várias publicações feitas por associações de profissionais, a divisão entre projeto de *arquitetura* e projetos *complementares* (ou de engenharia), já que o cerne da proposta inclui o enfoque *multidisciplinar*. Não obstante, alguns dos produtos de um projeto

permanecem aqui com denominações usuais, segundo a *fase* e a *especialidade* envolvida: anteprojeto de estrutura, por exemplo.

Assim sendo, serão considerados os seguintes produtos das várias fases do projeto, na construção de edifícios:

- **Programa de Necessidades:** conjunto de parâmetros e exigências a serem atendidos pela edificação a ser concebida;
- **Estudo Preliminar:** concepção e representação gráfica preliminar, atendendo aos parâmetros e exigências do programa de necessidades, permitindo avaliar o partido arquitetônico adotado e a configuração física das edificações, inclusive a implantação no terreno;
- **Anteprojeto:** representação preliminar da solução adotada para o projeto, em forma gráfica e de especificações técnicas, incluindo: definição de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e de fundação, concepção de sistemas de instalações prediais, com informações que permitam avaliações da qualidade do projeto e do custo da obra;
- **Projeto Executivo:** representação final e completa das edificações e seu entorno, na forma gráfica e de especificações técnicas e memoriais, suficientes para a perfeita compreensão do projeto, elaboração do orçamento e contratação das atividades de construção correspondentes;
- **Projeto para Produção:** 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 das 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.

A *análise de viabilidade* do empreendimento, da qual com freqüência participam profissionais de projeto, será considerada uma atividade vinculada diretamente ao empreendimento, correspondente ao item "*planejamento*" que aparece no ciclo da qualidade. As normas técnicas oficiais que tratam dos assuntos relacionados à contratação ou elaboração de projetos (NBR-5670; 5677; 5678; 5679; 12722; ABNT, 1977a; 1977b; 1977c; 1977d; 1992) consideram uma subdivisão algo diferente, usando ainda termos ligeiramente diversos. As principais alterações propostas, face a essas normas, incluem:

- maior carga de conteúdo para o estudo preliminar e anteprojeto;
- inclusão de alguns dos elementos contidos no chamado estudo de *pré-viabilidade* no *programa de necessidades* e de outros, contidos no estudo de *viabilidade*, no estudo preliminar;
- elaboração não apenas do anteprojeto de arquitetura, mas também de anteprojeto de estrutura e instalações;
- emprego do termo projeto *legal* em substituição a "projeto *para aprovação nas repartições públicas*";
- a denominação projeto *executivo*, ao invés de projeto *definitivo* (NBR-12722)⁵;

⁵ As normas oficiais no tema definem alguns termos de modo divergente, não havendo total uniformidade; a NBR-5679 utiliza o termo projeto executivo, não adotado pela NBR-12722.

- sendo o projeto executivo caracterizado como um projeto de *produto*, propôs-se a inclusão do projeto *para produção*, o qual deve apresentar a informação para uso no canteiro de obras, isto é, o conteúdo de processo.

A proposta de um *Projeto para Produção* visa atender à exigência da inclusão no projeto de informações adequadas às necessidades de atividades a serem realizadas em canteiro; estas não são caracterizações de produto, as quais existem no Projeto Executivo, mas sim informações vinculadas ao *processo* - pois, como observa MARQUES (1979), uma das possíveis falhas de um projeto é "sua estrutura geral ser adequada apenas à imagem final e acabada da obra e não às imagens parciais das fases de execução".

É importante observar que outros termos utilizados com frequência, tais como *pré-projeto*, *projeto construtivo*, *projeto de alvenaria*, *projeto de revestimentos*, dentre outros, foram desprezados a favor da simplicidade e do caráter universal da proposta - nada impedindo sua adoção em situações ou contextos que justifiquem sua utilidade, no entanto.

Também não se considerou aqui o chamado *Projeto Básico*⁶, que a legislação obriga a existir em caso de contratações por licitação e concorrência pública, sendo inclusive definido o termo em várias normas ABNT (NBR-5670 e NBR-5679), mas que não tem sentido *no mercado de incorporação e construção*.

⁶ O Ato nº 61 do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo (CREA-SP) dispõe acerca da conceituação de Projeto Básico; nesse texto são citados o Decreto-Lei nº 2300 e a Lei Estadual nº 6544, que obrigam à existência do mesmo em caso de contratos de obras ou serviços por qualquer órgão de governo. O Ato nº 61 estabelece que seu conteúdo deve ser tal que permita a estimativa do custo com a precisão de mais ou menos 15% e do prazo de execução. O mesmo ato do CREA-SP dá as principais características de um projeto básico, situando-o posteriormente à fase de anteprojeto e sendo sucedido pelo "projeto executivo ou detalhamento". (CREA-SP, 1991.)

A definição e descrição completa do conteúdo das etapas de projeto encontram-se extensamente detalhadas no **Anexo**, intitulado "Morfologia do Projeto de Edifícios". O anexo tem o propósito de servir de ilustração, a fim de deixar claras as características do conjunto de informações e documentos que são produto do projeto em cada uma de suas etapas - sem o objetivo de esgotar o tema ou de detalhá-lo em extremo.

Como visto em 6.1.4, na elaboração do projeto poderá ser utilizada uma base tecnológica (banco de informações), contendo: prescrições ou recomendações para a especificação de materiais e serviços, tipos e alternativas de detalhes construtivos, recomendações dimensionais na forma de malhas de modulação ou de índices geométricos a serem respeitados, dentre outros.

Como definição para esse banco de informações sobre a tecnologia adotada pela empresa, propõe-se a seguinte:

Banco de Tecnologia Construtiva: um sistema permanentemente atualizado contendo informações, na forma gráfica ou escrita, relativas a características próprias da tecnologia construtiva utilizada, parte integrante do sistema geral de informações da empresa e disponível para uso nas atividades de projeto.

Neste item do trabalho, outros termos de interesse devem ser ainda definidos: *coordenação de projeto e análise crítica do projeto*, conforme segue.

Coordenação de Projeto⁷: atividade decorrente de um caráter multidisciplinar, devendo ser exercida por profissional experiente, de forma imparcial e isenta,

⁷ Esta definição provém de BARROS & MELHADO (1993).

representando em primeiro plano o empreendedor e com os seguintes objetivos básicos:

- orientar a equipe de projeto e garantir o atendimento às necessidades dos clientes do projeto;
- garantir a obtenção de projetos *coerentes e completos*, isto é, sem conflitos entre as especialidades e sem pontos de indefinição ("vazios de projeto");
- coordenar o desenvolvimento do projeto, distribuindo tarefas e estabelecendo prazos, além de disciplinar o fluxo de informações entre os participantes e demais envolvidos no projeto, transmitindo dados e realizando consultas, organizando reuniões de integração e controlando a qualidade do "serviço projeto";
- decidir entre alternativas para solução de problemas técnicos, em especial nas interfaces entre especialidades.

Quanto à atividade de analisar os elementos de projeto, para efeito das propostas apresentadas neste trabalho será adotada a seguinte definição específica:

Análise Crítica do Projeto: avaliação do projeto ou de uma parte do mesmo, propondo alterações ou complementações, visando atender a uma dada diretriz ou atingir um dado objetivo - adequar características do produto, aumentar sua construtibilidade, reduzir custos ou prazos, otimizar métodos construtivos e racionalizar a produção, ou quaisquer outros que contribuam para a qualidade.

Quanto aos mecanismos responsáveis por identificar desvios e promover as necessárias mudanças no sentido da obtenção da qualidade, esses deverão envolver desde o *estabelecimento de relações adequadas entre setores* internos e externos à empresa, relacionados com o processo de projeto, até seu controle por intermédio de *auditorias*. Tais pontos serão tratados a seguir.

6.2.3 Garantia da qualidade do projeto

6.2.3.1 Aspectos ligados à gestão da qualidade

"Qualidade nunca é acidental; ela sempre resulta de propósitos elevados, esforços sinceros, comando inteligente e execução competente, representando a escolha mais sábia dentre muitas alternativas." (ASCE, 1988.)

No setor de construção de edifícios, dados o grande volume de investimentos que movimenta esse mercado e a importância desse setor de atividade para o desenvolvimento econômico e social, não se pode mais aceitar que os projetos elaborados mantenham-se no atual patamar de qualidade, bem como, que os mesmos se afastem tanto das questões ligadas à etapa de execução. O papel do projeto está claramente definido na evolução do setor em busca de mudanças, quando se coloca qualidade como palavra de ordem.

Entretanto, as estruturas organizacionais das empresas de construção, muitas vezes, apresentam sérias deficiências no que diz respeito à qualidade. E a resistência dos profissionais envolvidos em vários níveis decisórios tende a dificultar as mudanças a serem adotadas em procedimentos operacionais e de

controle. Quanto ao peso do fator humano em programas de garantia da qualidade, o BULLETIN D'INFORMATION DU CEB (1983) alerta: "*a formação, a comunicação, a motivação e a informação* são as principais variáveis a se ter em conta quando se deseja melhorar a qualidade dos edifícios".

As iniciativas de mudanças na metodologia de projeto, adotadas por algumas empresas nos últimos anos, são fortes indicadores da insatisfação com um quadro em que os interesses de empreendedores, projetistas, construtores e usuários não têm sido plenamente respeitados.

O projeto tem seu início na idealização de um empreendimento; tão logo surgem as suas primeiras características conceituais, antes mesmo de passadas para o papel, as decisões tomadas acerca do empreendimento influem sensivelmente sobre o que será o produto.

Nesse sentido, é fundamental haver a participação de representantes desses *clientes* entre os membros da equipe de projeto; em pesquisa realizada na *University of Sheffield* (Reino Unido), foi demonstrado através de estudos de casos que a presença de representantes dos empreendedores e usuários como membros efetivos da equipe é muito valiosa no sentido de transmitir os objetivos do empreendimento aos projetistas, especialmente nas fases iniciais do projeto (CIB TRIENNIAL CONGRESS, 1977).

E, segundo afirma a ASCE (1988), "as definições trazidas pelo empreendedor para o projeto são importantes e devem ser incorporadas ao projeto. A equipe de projeto deve ser o mais completa possível, trabalhar de modo coerente e articulado; seu produto será informação fundamental não só para o pessoal de orçamento e custos, mas principalmente para a equipe de construção. A

qualidade é alcançada quando cada membro das equipes de projeto e de construção cumpre fielmente suas tarefas, com a compreensão de seu papel, suas responsabilidades e seus limites de autoridade".

No entanto, nem sempre aspectos ligados à tecnologia construtiva são considerados, havendo a necessidade de alterações ou complementações posteriores do projeto. Um procedimento que tem trazido resultados, como visto anteriormente, é dar ao projeto um detalhamento que possa efetivamente contribuir para a racionalização construtiva e a construtibilidade, levando a maiores níveis de qualidade do produto final. Mais que isso, determinadas questões ligadas ao modo de construir, tais como os equipamentos usados no canteiro e seu melhor emprego, só podem ser projetados pela equipe de construção; portanto, espera-se que os construtores estejam presentes durante a elaboração do projeto⁸. Tal filosofia de projeto, abrangendo o relacionamento entre empreendedor, projetistas e construtor, foi proposta anteriormente por MELHADO & VIOLANI (1992b).

Quando não é possível que o próprio construtor participe do projeto, porque o mesmo ainda não foi definido ou contratado, deve-se recorrer a especialistas em racionalização construtiva e construtibilidade, de modo a suprir a lacuna deixada no enfoque dado pela equipe de projeto. Ao final, a qualidade do projeto resultante será sempre fruto de vários fatores, intrínsecos ou extrínsecos, que condicionarão o seu desenvolvimento.

Como fatores intrínsecos, comparecem principalmente:

⁸ Especialmente no Projeto para Produção, mas também como consultores na discussão de opções por alternativas tecnológicas, preferivelmente desde a fase de estudo de viabilidade do empreendimento.

- a competência dos profissionais de projeto que compõem a equipe, refletida na qualidade das soluções apresentadas (*conteúdo*);
- a existência de profissionais especializados para problemas específicos, envolvendo, por vezes, a presença de consultores;
- a padronização da apresentação das informações contidas no projeto (*forma*);
- a observação das necessidades e expectativas do empreendedor;
- a consideração das necessidades ligadas à produção e de controle da qualidade dos serviços;
- a *coordenação* das atividades e controle das interfaces entre projetistas.

Por outro lado, os fatores extrínsecos ao desenvolvimento do projeto incluem:

- a qualidade dos departamentos ou empresas envolvidas, ligadas ao empreendedor (incorporação e comercialização, especialmente; gerenciadora, eventualmente);
- a existência de normalização adequada, tanto aquela voltada aos critérios de projeto e dimensionamento, como as que tratam de conteúdo e apresentação dos projetos;

- a existência e a disponibilidade de acesso ao conjunto de informações técnicas necessárias à elaboração do projeto e especificações (o que pode ser suprido pelo *banco de tecnologia construtiva*);
- uma orientação clara e eficiente, por parte dos órgãos de aprovação, quanto às características do projeto determinadas por legislações aplicáveis ao caso.

A respeito das mudanças necessárias para a implantação da qualidade, BOBROFF (1991) faz algumas considerações interessantes:

- "o 'cliente-investidor'⁹ atua no início do projeto, para controlar os caminhos que toma o processo, seleciona as características do produto e especifica certas condições";
- "o arquiteto possui um papel importante na defesa das características de uso do edifício, e nas relações do produto com o meio ambiente, mas não está preparado para as mudanças técnicas e organizacionais na indústria de construção de edifícios; por esse motivo, algumas grandes empresas criaram seus próprios departamentos de arquitetura, de modo a integrar projeto e execução em um sistema de assistência completa ao cliente-investidor (tipo 'key-ready construction'), reduzindo as interfaces";
- "a empresa construtora, para garantir qualidade e produtividade, é obrigada a ampliar sua atuação, dedicando-se a gerenciar melhor as interfaces e implantando sistemas da qualidade total, além de cuidar do gerenciamento da produção e do controle da qualidade".

⁹ Segundo a terminologia adotada neste trabalho, o *empreendedor*.

Portanto, pode-se inferir que os fatores culturais, ligados à atuação dos participantes do empreendimento, devem influenciar qualquer política da qualidade a ser adotada; e a iniciativa de mudança pode partir do construtor, oferecendo novas formas de relacionamento através de uma estrutura de procedimentos e controles mais adequada.

CNUDE (1984) também aponta dentre as ações necessárias para a qualidade do projeto as seguintes:

- harmonizar as relações entre o empreendedor e o autor do projeto, respeitadas as exigências do usuário;
- aplicar as normas e exigências legais, inclusive quanto a aspectos urbanísticos;
- levar em conta as recomendações de normas técnicas quanto ao desempenho, padronização, etc.;
- adequar o projeto à finalidade e destinação da construção;
- considerar a viabilidade técnica da execução do projeto e as possibilidades do construtor e do cronograma;
- analisar o fator custo versus qualidade, para atingir o equilíbrio.

O autor salienta que o empreendedor e o projetista - referindo-se ao arquiteto - devem trabalhar em estrita colaboração na definição do programa de necessidades e dos parâmetros da qualidade das soluções de projeto, com o

projetista preocupando-se em "traduzir" e viabilizar as exigências do empreendedor.

Além disso, como já foi salientado, um outro aspecto fundamental na metodologia de desenvolvimento do projeto está ligado à sua coordenação. Deve-se observar, porém, que a atividade de *coordenação de projeto*, embora sempre positiva para a obtenção de qualidade, não pode garantir isoladamente a solução adequada das questões de racionalização construtiva e construtibilidade, em geral deficientes; basta refletir a respeito do fato de que as empresas de arquitetura¹⁰, projeto de estruturas, projetos de instalações e outras possuem uma capacitação técnica específica e bastante *voltada ao produto*, não aos aspectos de produção. O projeto será apenas uma "soma coordenada" das partes, caso não haja uma ênfase especial quanto às questões de execução.

Os subsistemas da empresa que afetam a qualidade de projeto, tais como aqueles relativos a suprimentos, recursos humanos, execução de obras, ou mesmo a incorporação, além do próprio processo de contratação e coordenação de projetos devem ser alvo de auditorias. Trata-se de procedimento poderoso como instrumento de *gestão* da qualidade, antecedendo a análise crítica na sucessão de ações de avaliação periódica do sistema da empresa¹¹.

E, nas empresas que apresentem deficiências organizacionais significativas em outros setores não diretamente envolvidos com o projeto, pode-se através

¹⁰ Em alguns casos, o departamento de arquitetura da empresa construtora.

¹¹ Sobre a avaliação do sistema da qualidade, ver item 5.4 do texto da norma ISO 9004/NB-9004 (ABNT, 1990c).

de um processo de *auditoria* proceder uma análise de fundo mais estrutural, em que os aspectos levantados em 6.2.3.1 devem ser avaliados - sob pena de ser praticamente inútil o esforço dispendido em implantar novas metodologias de projeto.

6.2.3.2 Análise crítica do projeto

Para a obtenção de qualidade, como alerta CAMBIAGHI (1992), "os projetos devem ser desenvolvidos em etapas que permitam avaliações e aferições intermediárias". A colocação do autor traz a necessidade de definir métodos de avaliação, que devem ser sistematicamente utilizados pela empresa.

E, a esse respeito, FRANCO (1992) comenta a dificuldade de mudar-se a sistemática de trabalho, pois "muitos dos profissionais e empresas projetistas não possuem ainda estabelecidas estruturas internas de controle" e "consideram a atividade de controle como uma intromissão indevida".

Também MAFFEI (1989) dá destaque ao tema em sua tese de doutoramento sobre gerenciamento de projetos, afirmando que "a experiência tem demonstrado que o efetivo controle da qualidade tem sido o principal fator de sucesso para o projeto".

Segundo SOUZA et al. (1993), a análise crítica do projeto consiste em "uma avaliação formal, documentada, abrangente e sistemática de um projeto para identificar os requisitos de projeto e a capacidade do projeto atender a esses requisitos, identificar problemas e propor soluções." O texto foi adaptado pelos respectivos autores do original constante da ISO 8402 (ISO, 1986), que coloca também as seguintes observações ao final daquela definição:

- "A análise crítica, por si só, não é suficiente para garantir um projeto adequado";
- "Uma análise crítica do projeto pode ser efetuada em qualquer estágio do processo de projeto".

No texto da norma ISO 9004 (ABNT, 1990c), tem-se ainda que a análise crítica do projeto (*design review*) deve ser "uma revisão formal, documentada, dos resultados do projeto, realizada ao final de cada fase do mesmo" e são explicitados quais tipos de requisitos devem ser verificados e satisfeitos:

- itens pertinentes à satisfação das *necessidades do usuário*;
- itens relacionados às *necessidades de execução*;
- itens vinculados ao *controle da qualidade* dos processos de execução.

Na mesma norma é ainda recomendada a participação de elementos *ligados à construção*.

Desse modo, o caráter da análise fica bem caracterizado como sendo de extrema utilidade para a preservação dos objetivos inicialmente formulados, bem como para garantir o atendimento aos *clientes* do projeto.

Eventualmente, se não for conhecida a equipe de construção à época do projeto, ou não for providenciada a participação de consultores, um último recurso que pode ser empregado pelo coordenador é fazer uso do procedimento de *análise crítica* do projeto. No entanto, a análise crítica, se

realizada após a fase de detalhamento em nível de execução, perderá parte de sua eficácia¹².

A análise crítica, portanto, pode ser útil se realizada ao final de qualquer etapa do projeto, não se confundindo com o processo de coordenação e podendo inclusive ser considerado um instrumento da última, principalmente pelo fato de ser *externa à equipe*, favorecendo a necessária neutralidade crítica nesse tipo de atividade.

Em muitas situações, a análise poderá ser efetuada por profissionais com *visão de construtor*, isto é, dentro de um enfoque que possa servir de contraponto à visão "de produto final sem considerar o processo", sendo esse contraponto fundamental para a obtenção da qualidade.

Dentro de um procedimento padronizado a ser estabelecido pela empresa, para elaboração e controle dos projetos de seus empreendimentos, as *fases* em que serão feitas as análises críticas deverão ser definidas previamente, bem como os responsáveis por cada item a ser analisado. A sua sistemática deve estar *prevista em contrato*, de modo a tornar claro diante do projetista o papel desse procedimento de controle. A análise crítica poderá incluir em seu roteiro básico, a verificação dos seguintes aspectos a serem revisados em cada fase (parcialmente adaptado de: FERREIRA, 1993; ABNT, 1990b; e ABNT, 1990c):

a) *Estudo Preliminar.*

¹² A existência de um Banco de Tecnologia Construtiva pode amenizar este problema, auxiliando na transmissão do conhecimento tecnológico já desenvolvido em outros empreendimentos.

- qualidade da documentação das informações básicas do empreendimento;
- número e qualidade das alternativas consideradas;
- critérios adotados na análise das alternativas e para escolha da alternativa eleita;
- verificação do atendimento às restrições colocadas pelo empreendedor e da adequação do produto ao mercado;
- qualidade da solução quanto à *tecnologia de produção* escolhida;

b) *Anteprojeto*:

- nível de compatibilização das interfaces entre especialidades de projeto;
- atendimento a normas técnicas¹³ e legislações aplicáveis ao caso;
- aplicação dos princípios de racionalização e construtibilidade, expressos por indicadores ligados a coordenação dimensional, padronização e repetitividade;
- qualidade das especificações de materiais e componentes;
- detecção de pontos desconsiderados ou mal resolvidos;

¹³ A norma ISO 9004 (NB-9004) considera aqui a possibilidade de verificação do projeto por profissional independente, o que é aplicável aos itens do projeto que resultam de processos de cálculo e dimensionamento.

c) *Detalhamento:*

- análise do nível de informação definido pelo detalhamento e sua adequação à prática da empresa;
- qualidade dos detalhes construtivos: análise da construtibilidade;
- análise do projeto para produção, sob critérios de racionalização;
- verificação dos itens indicados pelo projeto para serem controlados na execução, critérios e tolerâncias adotados;
- avaliação dos aspectos característicos de durabilidade, custos de operação e manutenção do produto e de suas partes;
- análise do custo total e da composição dos fatores de custo.

Em qualquer caso, o construtor terá sempre grande interesse em melhorar o nível de informação dos projetos que irá executar, quantitativa e qualitativamente. Para muitas empresas de incorporação e construção, o projeto pode ser um instrumento poderoso na implantação da qualidade em seus empreendimentos, permitindo a aplicação de princípios de racionalização e construtibilidade e impondo alterações no projeto para permitir maior nível de controle sobre as operações de produção. Nesse sentido, a partir da adoção de sistemas construtivos racionalizados ou industrializados, com soluções de projeto bem definidas e adequadamente avaliadas em escala de execução, pode-se esperar que tais procedimentos de verificação do projeto sejam simplificados e, ainda assim, tornem-se mais eficazes.

6.3 Implantação da Proposta em Empresas de Incorporação e Construção

"A qualidade do projeto só pode ser alcançada se a atividade de projeto adotar o enfoque de que não se trata de atividade isolada na empresa".
(FERREIRA, 1993.)

A empresa de incorporação e construção de edifícios, por reunir as atividades de geração de empreendimento e de execução das obras correspondentes, apresenta *internamente* grande parte das relações entre clientes e fornecedores que participam do processo e que podem agregar qualidade ao mesmo. A metodologia de projeto, como processo que afeta tanto aos resultados das atividades de incorporação como aos resultados das atividades de construção, deve ser inserida dentro de um conjunto coerente de ações voltadas à qualidade que, embora encontrem um contexto a princípio favorável à evolução, muitas vezes fracassam devido a uma implantação inadequada.

A seguir são discutidas as condições necessárias e as dificuldades a serem vencidas na implantação da proposta em empresas de incorporação e construção, envolvendo a análise das características particulares que a mesma possa apresentar, as quais podem alterar parcialmente o *contexto* para a implantação; são ainda examinados os principais *passos* a serem seguidos até a consolidação do processo.

6.3.1 O contexto da empresa e a viabilidade de implantação da proposta

Como foi discutido inicialmente no quinto capítulo (item 5.2.2), dependendo da configuração da empresa quanto à existência ou não de uma equipe própria de

profissionais, que permitirá ou não a produção interna de projetos, algumas considerações anteriores à implantação da proposta devem ser feitas.

Assim, pode-se encontrar as seguintes tipologias de organização da empresa de incorporação e construção, quanto ao aspecto citado:

- a) com equipe completa de projeto;
- b) com equipe de projeto parcial (apenas de arquitetura, por exemplo);
- c) com projetos contratados (atividade de projeto externa à empresa).

A primeira das configurações acima não tem sido verificada com frequência nas empresas visitadas, provavelmente devido ao custo fixo representado pela contratação de um grande número de profissionais especializados, em uma época de redução cada vez mais acentuada de quadros de pessoal nas empresas e de grande divulgação do modelo de *terceirização* de serviços; no entanto, tal tipologia ainda pode ser considerada possível, especialmente em grandes empresas.

Pode-se analisar um conjunto de aspectos que representam vantagens e desvantagens, dependendo da tipologia, para a implantação da qualidade do projeto na empresa, como segue.

Na configuração "a", há um grande controle sobre todo o processo e as interfaces, pois são clientes e fornecedores internos, com relações estabelecidas pelo sistema da qualidade da empresa. Como desvantagens, perde-se em flexibilidade e pode ocorrer acomodação.

Na configuração "b" a empresa pode ter quadros menores e preocupar-se apenas com as atividades de desenvolvimento do produto em termos funcionais, coordenando os demais aspectos do projeto, o que implica, no entanto, em estabelecer padrões de contratos e de relacionamento eficientes com os projetistas externos envolvidos.

Na configuração "c" a empresa é bastante reduzida quanto às dimensões do seu quadro de pessoal, mas enfrenta processos de relacionamento fornecedor-cliente, contratação e controle de projeto mais complexos, implicando em necessidades de grande definição das especificações do produto e das condicionantes de projeto, para garantir a qualidade - é, sem dúvida, o caso mais crítico quanto à atividade de coordenação.

Portanto, não há em princípio qualquer preferência quanto ao modelo de configuração da empresa, importando apenas que o mesmo seja adequadamente considerado. A implantação da metodologia, aliás, antes de considerações mais específicas, deve ser feita de forma a adaptar-se ao sistema da qualidade da empresa, através de sua compatibilização com as diretrizes globais formalmente expressas pela diretoria da empresa em sua documentação de política da qualidade, no chamado *manual da qualidade*.

O manual da qualidade estabelecerá parâmetros que nortearão as ações de *gestão da qualidade*; e, como desdobramento desse manual, deverá ser elaborado o manual de *garantia da qualidade* abrangendo as várias atividades desenvolvidas no empreendimento, em que serão definidas as relações cliente-fornecedor correspondentes. Como atividades fundamentais, a incorporação, o projeto (ou sua coordenação) e a execução devem ser orientadas e interligadas por tais documentos. A inserção desses manuais, no

nível geral da empresa e no nível operacional ligado ao empreendimento, em que são elaborados os *planos* da qualidade, está esquematizada na figura 6.8.

Figura 6.8 Manuais da qualidade na empresa de incorporação e construção

Antes do início de operacionalização dos novos procedimentos, as atribuições e responsabilidades devem ficar perfeitamente definidas para todos os envolvidos, tanto para as relações entre *clientes e fornecedores* internos, quanto nas relações externas à empresa.

A adaptação do "modelo" às peculiaridades de cada empresa pode significar a eficácia ou não das práticas nele contidas.

6.3.2 Passos necessários para implantação

A implantação de uma nova metodologia visando a qualidade do projeto pode estar inserida em um programa mais amplo da qualidade na empresa, ou a ele se associar, quando o mesmo existir, seguindo assim seus moldes; a qualidade do projeto não deve nunca ser uma ação isolada.

CROSBY (1989) considera que sempre existem *três fases* pelas quais uma empresa passa, ao se propor a implantação de mudanças em prol da qualidade:

- **convicção:** estabelece-se um sentimento coletivo que dá forte crédito ao programa; a situação vigente é analisada e promove-se a busca de formas de solucionar problemas e superar deficiências;
- **compromisso:** ocorre o engajamento de todos os envolvidos, o que significa o verdadeiro início do programa; dá-se andamento às mudanças e os primeiros resultados são alcançados;
- **consolidação:** as mudanças tornam-se irreversíveis, a partir da adoção de um novo "modo de vida".

FERREIRA (1993), ao discutir a implantação de uma nova metodologia de projeto na indústria automobilística, apresenta alguns passos fundamentais para o sucesso da mesma, que foram aqui adaptados:

- a elaboração de um *diagnóstico* da empresa - que, pelos vários aspectos já expostos, *também* na indústria de construção assume fundamental importância;
- estabelecimento de *objetivos*¹⁴ para os resultados da fase inicial de implantação e definição de um *cronograma* da mesma;
- seleção de participantes para a *formação da equipe* (ou equipes) de projeto que aplicarão inicialmente a metodologia, bem como de seu coordenador (ou coordenadores);
- avaliação - pelas próprias *equipes* e pelos seus *clientes* - dos resultados obtidos e proposição de adaptações e mudanças em procedimentos de elaboração e de controle;
- a consolidação dos procedimentos e critérios através da adoção de um *manual da qualidade do projeto*, definindo as características do processo, tanto para os setores internos quanto externamente à empresa.

Quanto ao diagnóstico da empresa, a partir do qual o processo de implantação dá início, podendo ser responsável pelo seu sucesso ou insucesso, alguns métodos podem ser empregados em sua elaboração (adaptado de SOUZA & MEKBEKIAN):

- *entrevistar* os clientes usuários de obras concluídas, bem como seus engenheiros de produção (clientes construtores), isto é, aqueles mais

¹⁴ O atendimento a tais objetivos deve ser preferencialmente expresso por variáveis mensuráveis, como custo, produtividade, índices de perdas ou de atrasos, e assim por diante.

diretamente em contato com o projeto ou com o produto que dele deriva, para averiguar os respectivos níveis de satisfação com relação ao projeto;

- avaliação pós-ocupação simplificada de edifícios construídos pela empresa, através da realização de *vistorias*;
- análise dos *procedimentos* de elaboração e controle do projeto em prática, com o objetivo de detectar quais os pontos críticos no processo;
- avaliação de uma *amostra* dos elementos de projetos já elaborados, com vistas a levantar um conjunto de parâmetros que permita avaliar progressos futuros;
- entrevistas com *profissionais de outras áreas* da empresa relacionadas direta ou indiretamente com o projeto, para verificação dos seus relacionamentos e interdependências;
- entrevistas com elementos das *diretorias* das áreas de incorporação e de construção para identificação dos problemas ligados à qualidade e sua priorização.

Com a aplicação de um procedimento de diagnóstico correto e imparcial, as bases para a implantação serão melhores que em caso de não se valorizar esse procedimento.

Durante a etapa de implantação prevista em cronograma destinada à aplicação da metodologia de projeto, deve estar também programado paralelamente o início da constituição do *banco de tecnologia construtiva da*

empresa. O banco de tecnologia surgirá incorporando os resultados dos primeiros projetos elaborados segundo os novos procedimentos e da retroalimentação obtida das obras em atividade, ou através dos dados oriundos da assistência ao cliente usuário. A partir disto, a operacionalização do processo deve ser tal que permita ao mesmo evoluir, em busca da melhoria contínua.

6.3.3 O fator humano na implantação da proposta

Em contatos estabelecidos através de cursos ministrados para engenheiros e arquitetos, dentro do tema, foi possível comprovar que, ao expressar sua compreensão prévia dos fatores que afetam a qualidade do projeto, a maioria dos profissionais de empresas construtoras dão muito menos importância do que se espera à integração entre as atividades de projeto e de execução.

Os resultados de uma pesquisa preliminar realizada pelo autor deste trabalho nessas circunstâncias¹⁵ permitiram identificar a prioridade com que são tratados alguns dos fatores mencionados:

- entre os fatores considerados *mais influentes*, foram citados pela maioria dos consultados a qualidade das informações iniciais fornecidas pelo empreendedor e a compatibilização dos projetos de arquitetura, de estruturas e de instalações prediais;

¹⁵ A "amostra" correspondente envolveu 39 profissionais atuantes direta ou indiretamente na execução, 11 projetistas e 8 "contratantes de projeto", totalizando 58 respostas.

- os fatores considerados *menos influentes* incluíram a escolha dos métodos construtivos e a proporção entre o que define o projeto e o que resta a ser definido na própria obra.

Embora de validade relativa como dados de pesquisa, as indicações acima podem ser consideradas um retrato razoavelmente realista da mentalidade vigente: a qualidade do projeto é entendida como um aspecto quase independente, muito pouco relacionado com a qualidade do processo de produção.

E, dentro de uma visão mais ampla, como qualquer programa voltado à melhoria da qualidade, a implementação de novos procedimentos de elaboração e controle de projetos em uma empresa exige especial atenção ao *fator humano*.

Deve haver um contínuo estímulo à participação de todos os envolvidos que, associado a ações de informação ou de treinamento, permitirá criar uma base cultural que deverá atingir todos os níveis hierárquicos da empresa, envolvendo desde a alta administração até as equipes de produção em obra.

Dentro do processo de projeto, a introdução de procedimentos de garantia da qualidade por parte do contratante deverá envolver também o "*engajamento*" dos *projetistas contratados* para atingir seus objetivos. Assim, a introdução de processos de verificação conceitual (análise crítica) não substitui a verificação formal do projeto quando da sua entrega parcial ou final, nem exclui a *revisão pelo projetista* de seus próprios projetos; deverá ser estabelecida a cultura do autocontrole e da melhoria contínua, novamente através do estímulo à participação.

7 CONCLUSÕES

"Podemos definir a organização das indústrias como sendo a ciência que tem por objeto o estudo do fator humano na produção das riquezas. Mas a organização das indústrias não é apenas uma ciência, é também uma arte..." (NOGUEIRA DE PAULA, 1932.)

Como apresentado na Introdução, neste item do trabalho pretende-se analisar:

- os desdobramentos que podem advir da aplicação de uma nova metodologia de elaboração de projetos baseada na filosofia da qualidade, interna e externamente às empresas;
- as necessidades de formação profissional para os arquitetos e engenheiros, para a atuação no projeto com tal enfoque;
- a colocação de temas para estudo em futuros trabalhos de pesquisa, dissertações de mestrado e teses de doutorado, na mesma linha de Qualidade do Projeto de Edifícios.

7.1 Desdobramentos da Implantação da Qualidade de Projeto em Empresas de Incorporação e Construção

Deve-se retomar aqui alguns tópicos que foram tratados anteriormente neste trabalho e, a partir deles, sintetizar algumas conclusões:

- *qualidade do projeto* significa projetar com o objetivo de atender às necessidades dos clientes empreendedor, usuário e construtor, buscando

conciliar os interesses envolvidos de modo positivo e eliminando os conflitos entre eles;

- as atividades de construir e de projeto possuem um potencial de *integração* que tem sido pouco explorado - o que significa pensar projeto e pensar produção dentro de uma mesma filosofia, com vistas à qualidade e à evolução tecnológica;
- o *desenvolvimento de tecnologia construtiva*, a aplicação de princípios de *racionalização* e de *construtibilidade* são itens fundamentais que concorrem para a industrialização da construção de edifícios, o que conduz a uma metodologia de projeto nos mesmos moldes de outras indústrias;
- as experiências relatadas de aplicação de novas metodologias de projeto podem ser um valioso suporte para a implantação dessa nova filosofia de projeto, evitando incorrer em erros e dificuldades que foram constatados nessas situações, avançando mais e mais na busca da qualidade.

Ficou ressaltado que projetar não é uma atividade exercida apenas pelos projetistas, pois cada participante do processo do empreendimento agrega decisões ao projeto, desde a idealização do produto até a etapa de execução. Por esse motivo, a sistematização dos procedimentos de projeto é fundamental para potencializar de forma harmônica e evolutiva as várias intervenções inerentes ao processo.

Assim é que se pode destacar aqui o conjunto de elementos que compõem a proposta, levando a uma configuração mais contemporânea dos

procedimentos que envolvem a elaboração e controle do projeto nas empresas de incorporação e construção:

- a constituição de *equipes multidisciplinares* de projeto desde suas primeiras fases, com procedimentos de coordenação de projeto metodologicamente estabelecidos, ao invés do isolamento das disciplinas ou especialidades e da elaboração seqüencial e não iterativa do projeto;
- a definição do *conteúdo básico* dos elementos de um projeto e de uma *terminologia* mínima, coerentes com o enfoque da qualidade;
- a criação de um sistema de informação que se consolida em um *banco de tecnologia construtiva*, garantindo a memória crítica do conhecimento acumulado pela construtora e servindo inclusive de apoio ao projeto;
- a introdução do *projeto para produção* como elo fundamental de ligação entre a área de projeto e a de execução dentro da empresa;
- a instituição de procedimentos de controle da qualidade, através do emprego sistematizado da *análise crítica* de projetos.

São esses elementos que podem contribuir para um diferencial de qualidade em relação ao que hoje se verifica, onde uma série de distorções permanecem incorporadas ao processo de projeto, garantindo a sua revalorização dentro do ciclo do empreendimento, *integrando projeto e produção* e permitindo com isto a implantação de métodos, processos e sistemas construtivos mais evoluídos.

Na maior parte das empresas de incorporação e construção, as deficiências organizacionais, do ponto de vista da qualidade, são expressivas, começando pelo fato de haver muito pouco do que seria desejável em termos de *controle da qualidade* das atividades de produção, mesmo porque os procedimentos de execução raramente foram estabelecidos e documentados pela empresa - e não se pode controlar nada sem ter padrões referenciais para a atividade de controle. Do mesmo modo, a *garantia da qualidade* torna-se difícil de ser atingida na relação com fornecedores, se não há normas que a subsidiem. O projeto, nessas condições, deve enfrentar grandes desafios em sua trajetória de mudança.

A reorganização do processo de projeto, nesse contexto, assume papel estratégico dentro de uma proposta de *gestão da qualidade*, trazendo "à tona" as deficiências de estruturação da empresa, que deve então passar por profundas reflexões para criar um sistema de informação e documentação que oriente suas atividades internas e externas.

Quanto ao custo do projeto, tem-se verificado a queda da remuneração profissional na área, como reflexo de uma falsa necessidade de economia de recursos financeiros destinados ao empreendimento, mas que tende a ser substituída pela visão de que o projeto contribui significativamente para o controle e redução de custos da construção em obras da empresa.

Também a normalização na área de projeto, à luz dos elementos da proposta apresentada, deve ser beneficiada, estimulando-se sua renovação e atualização dentro dos princípios da qualidade.

O estabelecimento de diretrizes e métodos de projeto mais evoluídos, atualizados a partir da introdução dos princípios que norteiam a filosofia da qualidade total, permitirá uma renovação profissional na área, significando um mercado mais exigente para os projetistas - porém com perspectivas mais promissoras para os que acreditam na evolução do setor de construção de edifícios.

E, mesmo as empresas construtoras de pequeno porte podem seguir os princípios aqui levantados; a implantação de sistemas de trabalho mais contemporâneos pode ser obtida através da reciclagem de seus próprios profissionais, atribuindo a elementos experientes funções tais como o apoio de consultoria em questões ligadas à produção, a coordenação dos projetos, elaboração de relatórios de análise crítica, e assim por diante. O fundamental é buscar a formação de uma nova mentalidade cultural, treinando e motivando o pessoal da empresa em todos os níveis.

7.2 Recomendações para a Formação de Profissionais de Arquitetura e Engenharia, para a Atuação no Projeto de Edifícios

A questão do ensino abriga um sem número de facetas, cada qual originando motivações diferentes dentro do processo de formação de arquitetos e engenheiros civis. Não se tem a pretensão, aqui, de aprofundar ao extremo a discussão em torno do ensino nestas áreas profissionais, mas cabem algumas considerações acerca da preparação desses profissionais para atuarem em projeto, tendo como enfoque as questões vinculadas à *qualidade* na construção de edifícios.

Apresentando seu ponto de vista do *ensino de arquitetura*, TOSCANO (1989) traduz bem uma concepção de formação do arquiteto adotada nas principais instituições de ensino superior, a qual reflete o próprio ambiente da atuação profissional em projeto: o estudo da *linguagem* arquitetônica como subsídio à metodologia de criação em projeto, significando a compreensão e análise ou interpretação dos elementos formais ou estéticos utilizados pelos arquitetos de renome em suas obras, ao longo de vários períodos históricos da arquitetura e em várias tendências manifestadas em movimentos conduzidos de forma marcante por aqueles arquitetos.

Esse tipo de enfoque na formação leva cada estudante de arquitetura a buscar, desde que se interessa pela atividade de projetar, a criação de uma linguagem marcante em seus projetos, seja esta própria ou não, que lhe permita distinguir seus projetos e empreender a conquista de um espaço de atuação profissional em uma área tão competitiva.

Por esse enfoque na formação dos arquitetos, a interpretação da questão tecnológica é verificada *a partir da linguagem arquitetônica* que dela decorre, esta última sendo apenas sua face aparente. Seja estética ou até ideologicamente, tal enfoque acaba valorizando o significado social e político e a questão criativa envolvida no projeto, mas não lhe favorece um tratamento científico e evolutivo, conduzindo por isso o projeto a decisões muitas vezes pouco racionais.

HALL & FLETCHER (1990) destacam, entre outras recomendações para a implementação da qualidade do projeto, a necessidade de *mudar o perfil dos arquitetos*: para conhecerem mais a respeito de materiais e técnicas, utilizarem com maior frequência a ajuda de consultores em assuntos em que não têm

domínio e passarem mais tempo no canteiro de obras, participando ativamente das rotinas de controle da qualidade.

Assim é que, sendo *ao mesmo tempo arte e técnica*, o projeto pode ser foco de conflitos que dificultam sua inserção no processo da construção de edifícios como *atividade industrial*, visão imprescindível à evolução desta indústria.

Propõe-se equilibrar, portanto, no conjunto de elementos que compõem a formação dos projetistas, esses diferentes pontos de vista quanto ao propósito do projeto na construção de edifícios, o que significaria um conjunto de mudanças no currículo de faculdades de Arquitetura, com a introdução de maior número de disciplinas de tecnologia e a integração destas com aquelas de projeto.

Quanto à formação dos *engenheiros civis*, há uma especificidade das disciplinas que compõem o currículo e faz falta o desenvolvimento da visão multidisciplinar, para permitir um enfoque mais global na solução dos problemas, útil à evolução em busca da qualidade. Nesse sentido, a experiência do Escritório Piloto, relatada no quinto capítulo, mostrou que se poderia ganhar muito em termos de formação, a partir da inclusão de trabalhos multidisciplinares de grande abrangência e profundidade - ao menos como opção para uma parte motivada do corpo discente.

O aprendizado multidisciplinar pode também ajudar na racionalização da carga horária do curso de Engenharia Civil, viabilizando uma redução do total de horas-aula, em troca de horas-trabalho comuns a várias disciplinas, dentro das tendências de modernização curricular mais recentes na EPUSP.

BRINGHENTI (1993) defende, como proposta de metodologia de ensino, a aquisição dos conhecimentos através da solução de problemas semelhantes aos da prática profissional, de forma integrada entre as disciplinas.

O mesmo autor também propõe uma ênfase, maior que a atualmente dada no currículo de Engenharia Civil da EPUSP, para os conhecimentos ligados às atividades de produção e de operação e manutenção, face à excessiva carga dedicada às matérias de projeto.

Sem dúvida, o maior conhecimento das atividades de produção e de operação e manutenção pode ampliar a visão dos futuros profissionais de projeto.

De qualquer modo, em Engenharia, como a atividade do projetista tende muitas vezes à especialização extrema, torna-se imprescindível o papel da coordenação como condutor do processo para se ter mais objetividade no processo e priorizar as tarefas dos projetistas, atingindo melhores resultados.

Assim, o perfil profissional que se projeta hoje não é o de um técnico especializado em uma área de conhecimento específica, nem por outro lado o de um profissional polivalente e capaz de dominar todas as etapas e realizar sozinho qualquer tarefa; sabe-se que um engenheiro ou arquiteto, individualmente, terá um papel reduzido no começo da sua vida profissional, eventualmente vindo a assumir uma posição de gerência ou de coordenação após alguns anos; o que é fundamental é apresentar a ele as várias partes do todo sem deixar de fornecer a visão global que determina o entendimento do processo. Portanto, como especialista, ele atuará na sua área com conhecimento das demais e extremo cuidado com as interfaces, visando sempre os melhores resultados finais; e no futuro papel de gerente ou

coordenador, ele estará preparado para conduzir de forma holística todos os participantes de uma equipe.

Para ambos, projetista ou coordenador de projeto, serão elementos fundamentais em sua formação:

- o conhecimento teórico e das aplicações de princípios da qualidade;
- o desenvolvimento da visão sistêmica, o que significa estudar os fatores que intervêm nos empreendimentos e a complexidade do projeto nesse contexto, bem como as relações intrínsecas entre projeto e execução;
- o conhecimento básico de tecnologia e dos princípios que levam à sua evolução, através do desenvolvimento de inovações e do emprego dos conceitos de racionalização construtiva e de construtibilidade.

7.3 Temas para Estudo em Qualidade do Projeto de Edifícios

Considerando-se o estágio incipiente em que a implantação da qualidade em empresas de incorporação e construção de edifícios ainda se encontra e que o projeto representa um enorme campo potencial para ações de melhoria da qualidade, naturalmente não se tem aqui a pretensão de ter explorado o tema em toda sua amplitude e detalhe.

Torna-se portanto essencial avançar no estudo de alguns temas por enquanto pouco explorados, os quais são comentados a seguir.

No âmbito da gestão da qualidade, constitui uma importante vertente para estudo dentro do tema a elaboração e a implantação dos *manuals de garantia da qualidade* em empresas de construção de edifícios. Esses manuais são a base dos procedimentos adotados pelas diversas áreas da empresa, definindo, entre outros itens, as formas de relacionamento com os fornecedores - em que se incluem os projetistas - com seu reflexo sobre os contratos firmados e sobre os procedimentos de controle, entre outros aspectos.

Como instrumento poderoso para a obtenção da qualidade, a racionalização construtiva pode ser sistematicamente implantada a partir de um processo de documentação e revisão da tecnologia construtiva em prática, no contexto de uma dada empresa. Para tanto, deve-se estudar a aplicação de sistemas de informação, dentro dos quais pode ser incluído o detalhamento da proposta feita de constituição de um *banco de tecnologia construtiva*. Cabe detalhar em um trabalho dessa natureza quais itens fariam parte da unidade de informação básica, como seria a coleta e atualização de dados, as formas de emprego da informação, e assim por diante.

A aplicação das diretrizes de *construtibilidade*, que podem ser inseridas dentro do processo do empreendimento em vários níveis, também pode gerar um trabalho envolvendo a integração entre projeto e produção, por exemplo através de sua experimentação na forma de *estudos de caso*, tomando empreendimentos reais como referência.

Quanto aos procedimentos adotados para controle do projeto, há ainda muito a ser desenvolvido para aumentar a eficácia da metodologia; particularmente no que se refere a custos, mostra-se fundamental estabelecer formas para sua

avaliação racional, como instrumento de apoio às decisões tomadas pela coordenação de projeto, especialmente nas fases iniciais.

Além dos citados acima, outros trabalhos dentro da mesma linha poderiam ser propostos, tomando-se como cenário outros tipos de empresas e empreendimentos, ou particularizando certos objetivos a serem atingidos no processo de melhoria da qualidade do projeto. Esperamos que este trabalho estimule um interesse crescente pelo tema e, com isso, o estudo da **integração entre projeto e produção** possa tornar-se mais uma linha de pesquisa permanente, dentro do Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Tecnologia de Processos Construtivos do Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP, bem como em outros centros de pesquisa aplicada, trazendo cada vez mais e melhores resultados práticos.

7.4 Conclusões Finais

Pode-se agora retomar os objetivos apresentados na Introdução: discutimos o conceito de projeto, avaliando seu papel no empreendimento e a contribuição potencial da organização do processo de projeto para a qualidade, para ao final propormos diretrizes e métodos voltados à elaboração e controle do projeto no contexto das empresas de incorporação e construção de edifícios. Dentro da proposta feita, destacamos a necessidade de um novo arranjo da equipe de projeto, de uma coordenação imparcial e eficaz para o desenvolvimento do projeto e de alterações no conteúdo usual de suas etapas.

Assim, atingimos nosso objetivo final de *propor e discutir a implantação de uma nova metodologia para o desenvolvimento de projetos de edifícios*.

Quanto à contribuição dada por este trabalho, julgamos importante enfatizar alguns pontos nestas conclusões finais. Acreditamos que a Construção Civil, ao buscar inspiração no processo de evolução verificado em outros setores industriais, deverá descobrir cada vez mais a necessidade de novas metodologias de projeto para garantir a qualidade em suas obras.

Portanto, ao discutirmos a importância e o papel da atividade de projeto, destacamos que as iniciativas em prol da qualidade estão intrinsecamente relacionadas e, por isso, defendemos que a melhoria do processo de elaboração e controle dos projetos deve fazer parte de todo programa da qualidade a ser implantado em empresas construtoras. A sua inserção é particularmente natural nos programas de empresas de incorporação e construção, especialmente naquelas que sustentam ações voltadas à evolução tecnológica.

Dentro de um conjunto de questões ligadas ao desenvolvimento e implantação de tecnologia, a integração entre projeto e processo de produção tem sido um árduo desafio para todos que atuam em tecnologia de processos construtivos, desafio este que acreditamos estar, com o presente trabalho, oferecendo subsídios para melhor enfrentar. E, como poucos autores têm-se dedicado a estudar o projeto sob um ponto de vista de *construtor*, a contribuição que aqui oferecemos deverá ser significativa para aqueles que sentem falta de informação atualizada no tema.

Quanto à perspectiva de aplicação das propostas, sabemos que as dificuldades em criar todo o conjunto de condições organizacionais e humanas necessário à implantação das mudanças, especialmente em ambientes de tradição conservadora como o da Construção Civil, são imensas. Não há

dúvida que só um programa muito objetivo de implantação, dentro de um processo de evolução contínua, possuindo transparência e resultados mensuráveis, pode ajudar a quebrar as barreiras internas e externas que tendem a surgir ao longo do processo - não se trata, portanto, de estabelecer metas audaciosas, mas sim aquelas possíveis de se alcançar.

ANEXO

MORFOLOGIA DO PROJETO DE EDIFÍCIOS*

(*) Observações:

- Este anexo apresenta o conteúdo completo dos documentos resultantes do desenvolvimento de um projeto em cada etapa, conforme a terminologia adotada no sexto capítulo e tomando por base um empreendimento habitacional de padrão médio.
- Para a sua elaboração, foram consultadas as seguintes fontes bibliográficas: CONESP (1986a, b, c, d); FDE (1988); MELLO FILHO et al. (1989); MELHADO & VIOLANI (1992).

CONTEÚDO:**1 IDEALIZAÇÃO DO PRODUTO****1.1 Ficha de Informações****1.1.1 Características do terreno - levantamento planialtimétrico****1.1.2 Relatório de vistoria****1.2 Programa de Necessidades****2 PROJETO DE ARQUITETURA****2.1 Estudo Preliminar****2.2 Anteprojeto de Arquitetura****2.2.1 Documentos de referência****2.2.2 Produtos finais****2.2.3 Informações contidas nos produtos gráficos****2.3 Projeto Legal****2.3.1 Documentos de referência****2.4 Projeto Executivo de Arquitetura****2.4.1 Documentos de referência****2.4.2 Produtos finais****3 PROJETO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES****3.1 Anteprojeto de Estruturas e Fundações****3.1.1 Documentos de referência****3.1.2 Aspectos a serem analisados****3.1.3 Produtos finais**

3.1.4 Informações contidas nos produtos gráficos

3.2 Projeto Executivo de Estruturas e Fundações

3.2.1 Documentos de referência

3.2.2 Produtos finais

3.2.3 Informações contidas nos produtos gráficos

4 PROJETO DE SISTEMAS PREDIAIS

4.1 Anteprojeto de Sistemas Prediais

4.1.1 Anteprojeto de instalações hidráulicas

4.1.2 Anteprojeto de instalações elétricas

4.1.3 Anteprojeto de instalações mecânicas

4.2 Projeto Executivo de Sistemas Prediais

4.2.1 Projeto executivo das instalações hidráulicas

4.2.2 Projeto executivo das instalações elétricas

4.2.3 Projeto executivo das instalações mecânicas

5 PROJETO PARA PRODUÇÃO

5.1 Documentos de Referência

5.2 Produtos Finais

5.2.1 Projeto do canteiro de obras

5.2.2 Projeto do processo de produção

5.3 Informações Contidas nos Produtos Gráficos

5.3.1 Projeto do canteiro de obras

5.3.2 Projeto do processo de produção

1 IDEALIZAÇÃO DO PRODUTO

1.1 Ficha de Informações: conjunto de informações geradas pelo empreendedor ou por terceiros, a ser fornecido aos projetistas e utilizadas na fase de estudo de viabilidade. Os dados serão apresentados em forma gráfica e escrita, contendo:

1.1.1 Características do terreno - levantamento planialtimétrico:

- topografia desenhada em papel vegetal nas escalas 1:100 ou 1:200 com curvas de nível de metro em metro e os limites do terreno com medidas e rumos;
- orientação - norte verdadeiro;
- construções existentes;
- indicação das ruas que circundam o terreno com descrição da existência de guias, sarjetas e tipo de pavimentação;
- locação de postes de concessionárias.

1.1.2 Relatório de vistoria:

1.1.2.1 Levantamento fotográfico do terreno e do entorno: tirar fotografias a cores, formato 9 x 12 cm ou maior, e fazer montagens que permitam uma visualização total do terreno ou dos seus lados sempre que

possível; indicar a posição das tomadas das fotos num croqui, numerando as fotos e colocando legendas para identificação.

1.1.2.2 Topografia: fazer uma verificação no local das informações contidas no levantamento planialtimétrico existente; conferir a orientação Norte-Sul do levantamento com bússola; acessos - fazer uma avaliação do sistema viário do entorno identificando os fluxos dos moradores dos núcleos habitacionais vizinhos.

1.1.2.3 Serviços Públicos: verificar a existência e localização, em cada uma das ruas que circundem o terreno, dos seguintes serviços públicos:

- água (indicar a concessionária);
- esgoto (indicar a concessionária);
- energia - baixa e alta tensão (indicar a concessionária);
- telefone (indicar a concessionária);
- guias, calçadas e pavimentação;
- transporte coletivo;
- comércio, escolas, feiras livres, etc..

Na impossibilidade de obtenção das informações acima no local, recorrer à prefeitura ou às concessionárias para obter informações mais precisas.

1.1.2.4 Construções existentes: incluir na documentação fotográfica e fazer uma descrição do imóvel com as seguintes informações: tipo do imóvel; área construída; número de pavimentos; se está habitado ou não; finalidade do imóvel; tipo de estrutura; tipo de cobertura; tipo de

forro ou laje; área e tipo de paredes; área e tipo de pisos; quantidade e área de janelas; quantidade de portas.

1.1.2.5 Caracterização do terreno quanto ao uso e ocupação do solo: identificar se a zona é urbana ou rural; se a zona é de uso predominantemente residencial, industrial, comercial ou mista (indicar qual o código da zona, índice de ocupação do solo e taxa de aproveitamento); as restrições das posturas municipais.

1.1.2.6 Agentes poluidores: no caso de existir alguma fonte poluidora próxima ao imóvel que possa ter influência no projeto, como: ruídos; vibrações; odores; poeira; esgoto a céu aberto ou outras, indicar a fonte e se possível localizar na planta.

1.1.2.7 Outras informações: são aquelas que podem levar a soluções específicas no projeto: tipo de solo da região, resistência e capacidade de suporte; ventos predominantes; presença de rios ou córregos; vias de grande tráfego; ferrovias; linhas de alta tensão e outras.

1.2 Programa de Necessidades: conjunto de parâmetros e exigências a serem atendidos pela edificação a ser concebida que deve ser formulado na primeira reunião de projeto, compreendendo:

1.2.1 perfil sócio-cultural e econômico dos usuários;

1.2.2 definição de ambientes internos e externos e respectivas áreas mínimas e máximas;

1.2.3 especificações básicas que definam padrão de acabamento e de custos;

1.2.4 tecnologia construtiva a ser empregada;

1.2.5 outros parâmetros específicos, a serem definidos pelo contratante, como: desempenho dos componentes, durabilidade, níveis de conforto, etc..

2 PROJETO DE ARQUITETURA

2.1 Estudo Preliminar: concepção e representação gráfica preliminar, atendendo aos parâmetros e exigências do programa de necessidades, permitindo a compreensão do partido arquitetônico adotado e a configuração das edificações com a respectiva implantação no terreno; poderão ser analisadas várias alternativas para que se eleja aquela que dará origem ao anteprojeto.

2.1.1 O estudo preliminar deverá ter analisados os seguintes itens:

- adequação técnica da solução arquitetônica, quanto a: diretrizes e parâmetros estabelecidos no programa de necessidades, área de cada ambiente e área total construída;
- qualidade e funcionalidade arquitetônica;
- conforto habitacional;

- adequação à legislação existente;
- tecnologia construtiva;
- viabilidade estrutural;
- racionalização das instalações hidro-sanitárias e elétricas;
- tipo de cobertura, vedações, beirais, brises e outros;
- número de pavimentos adotado para a edificação;
- ocupação da área restante do terreno com a locação dos equipamentos de uso coletivo;
- movimento de terra decorrente da implantação, bem como muros de arrimo ou fundações especiais;
- orientação do edifício em relação ao Norte verdadeiro e condições de ventilação natural;
- estimativa preliminar de custo e viabilidade econômico-financeira da obra;
- em caso de sistemas construtivos modulares (por exemplo, edifícios de alvenaria estrutural), deverá ser analisada a planta de modulação das paredes.

2.1.2 Documentos de referência:

- levantamento planialtimétrico;
- relatório de vistoria;
- programa de necessidades.

2.1.3 Produtos finais:

- planta geral de implantação;
- planta dos pavimentos;
- planta da cobertura;
- cortes longitudinais e transversais;
- elevações;
- detalhes construtivos, quando solicitados.

Observações:

- (a) O estudo preliminar pode ser apresentado sem o mesmo rigor formal que outras etapas subsequentes.
- (b) Os desenhos deverão ser executados nas escalas de 1:100 ou 1:200. Em caso de edifícios de alvenaria estrutural apresentar a planta de modulação em escala 1:50.

2.1.4 Informações contidas nos produtos gráficos:

- orientação Norte-Sul;
- limites e curvas de nível do terreno, nome das ruas circundantes, vegetação a preservar e acidentes importantes;
- locação do edifício em relação às divisas;
- cotas de nível (adotar a mesma referência de nível do levantamento planialtimétrico);
- medidas internas e externas dos ambientes e do edifício;
- posicionamento das aberturas; sentido de abertura de portas;
- indicação de ampliação futura se houver;
- definição da malha estrutural, tipo de estrutura, tipo de forro, tipo de beirais, brises e vedações (materiais e componentes);
- locação de áreas de lazer, quando houver, bem como de todos os outros equipamentos coletivos;
- indicação dos acessos;
- indicação das áreas construídas.

2.2 Anteprojeto de Arquitetura: deve necessariamente ser desenvolvido a partir do estudo preliminar aprovado pelo empreendedor. O anteprojeto de arquitetura é a representação preliminar da solução adotada para o projeto, em forma gráfica e de especificações técnicas, em que foram considerados aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção de sistemas prediais, restando ainda seu detalhamento.

O anteprojeto de arquitetura deve conter informações técnicas que permitam uma primeira avaliação de custo.

2.2.1 Documentos de referência:

- levantamento planialtimétrico;
- relatório de vistoria do terreno;
- estudo preliminar de arquitetura;
- estudos preliminares produzidos por especialistas de outras áreas (se houver);
- outras informações.

2.2.2 Produtos finais:

- planta geral de implantação em escala 1:100 ou 1:200;
- planta do movimento de terra (corte e aterro);

- planta dos pavimentos em escala 1:50 ou 1:100;
- planta das coberturas em escala 1:50 ou 1:100;
- cortes transversais e longitudinais em escala 1:50 ou 1:100;
- elevações (fachadas) em escala 1:50 ou 1:100;
- detalhes especiais (quando necessários);
- memorial descritivo da edificação;
- memorial descritivo da obra.

2.2.3 Informações contidas nos produtos gráficos:

- croqui sem escala de localização do terreno (no rótulo);
- medidas, rumos, curvas e ângulos dos limites do terreno;
- orientação Norte-Sul;
- curvas de nível e referência de nível do levantamento planialtimétrico, ruas circundantes com nomes, construções existentes, vegetação a preservar, acidentes notáveis;
- locação do edifício em relação às divisas do terreno;

- cotas de pisos internos e externos, acessos, rampas, escadas, etc.;
- eixos de referência de paredes numerados e cotados, indicação dos ambientes;
- indicação dos locais e tipos de juntas de dilatação;
- áreas de lazer descobertas: locação de equipamentos, canaletas e alambrados de proteção;
- locação dos reservatórios de água enterrados;
- locação de fossas sépticas e sumidouros, quando houver;
- indicação do tipo de fechamento do terreno (muro, alambrado, grade), portões de acesso;
- áreas pavimentadas: indicar tipo de piso, dimensões, caimentos de rampas, número e dimensões dos degraus de escadas; áreas gramadas e taludes: indicar localização, dimensões e inclinação;
- muros de arrimo: indicar a localização, extensão e altura;
- entradas de água, energia elétrica, gás, telefone, TV a cabo e outras, com a localização dos abrigos eventualmente necessários;

- indicar tipo e espessura de paredes; indicar os tipos de revestimentos internos e externos;
- nas coberturas indicar: tipo de telha, tipo de estrutura de sustentação, inclinações, beirais e calhas;
- indicar os tipos de forros;
- indicar brises de fachada, quando utilizados.

2.3 Projeto Legal: conjunto de elementos extraídos do anteprojeto, contendo informações técnicas suficientes e na forma padronizada para aprovação do projeto pelas autoridades competentes com base nas exigências legais (municipais, estaduais, federais) e obtenção de alvarás e licenças ou quaisquer outros documentos indispensáveis às atividades de construção.

2.3.1 Documentos de referência:

- levantamento planialtimétrico;
- anteprojeto de arquitetura;
- anteprojeto de estruturas e fundações, anteprojetos de instalações elétricas, hidráulicas e mecânicas.

2.4 Projeto Executivo de Arquitetura: representação final e completa das edificações e seu entorno, contendo todas as informações técnicas necessárias para a perfeita compreensão do projeto, execução da obra e elaboração do orçamento.

2.4.1 Documentos de referência:

- anteprojeto de arquitetura;
- anteprojeto de estrutura, anteprojetos de instalações elétricas, hidráulicas, paisagismo e outros;
- informações geradas por consultores, empresas especializadas em serviços, fabricantes de materiais e componentes e outras.

2.4.2 Produtos finais:

- planta geral de implantação em escalas 1:100 ou 1:200;
- planta de terraplenagem em escalas 1:100 ou 1:200;
- cortes de terraplenagem em escalas 1:100 ou 1:200;
- plantas dos pavimentos em escala 1:50;
- plantas das coberturas em escala 1:50;
- cortes longitudinais e transversais em escala 1:50;

- elevações de fachadas em escala 1:50;
- plantas, cortes e elevações de banheiros, lavabos, cozinhas, áreas de serviço, vestiários e demais ambientes afins, em escala 1:20;
- desenhos de esquadrias de portas e janelas, bancadas, grades, forros, beirais, parapeitos, etc., em escalas convenientes;
- níveis de piso e contrapiso, encontros de revestimentos distintos, etc., em escalas convenientes;
- impermeabilização, juntas de dilatação, isolamento térmico, tratamento acústico, etc., em escalas convenientes.

Obs.: Os desenhos deverão ser copiativos, em papel vegetal de formato padronizado, segundo normas da ABNT; todas as folhas devem ser datadas e conter a assinatura do responsável pelo projeto.

- **Especificações Técnicas e Memoriais:**
 - memorial descritivo da edificação;
 - especificações de materiais e serviços da edificação;
 - memorial descritivo de áreas externas e outras construções;
 - especificações de materiais e serviços de áreas externas e outras construções;

- memorial e especificações de paisagismo.

3 PROJETO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES

3.1 Anteprojeto de Estruturas e Fundações: apresentação formal de informações gráficas contendo a definição prévia de características dos elementos de estrutura e fundação.

Nesse estágio é necessário obter definição de dimensões, cotas, detalhes de interface com vedações, revestimentos e outras características que possam interferir nos demais projetos, tais como:

- solução adotada para a estrutura principal dos edifícios;
- elementos de fundação;
- estruturas secundárias tais como coberturas externas, arrimos, passarelas, etc..

Observações:

- (a) A troca de informações entre projetos de estruturas e fundações, sendo de empresas projetistas diferentes, deve ser providenciada pelo escritório responsável pelo projeto de estrutura;
- (b) O desenvolvimento do anteprojeto de estruturas e fundações deverá ser feito em apoio ao de arquitetura;
- (c) O projetista de estruturas deverá encaminhar, à empresa que irá emitir o parecer sobre fundações, o levantamento topográfico e a planta de implantação das edificações com a

locação de cargas nas fundações. Dependendo do tipo de solução a ser adotada nas fundações, algumas alterações podem ser necessárias no partido arquitetônico ou nas cotas de implantação dos edifícios afim de obter uma solução mais econômica. Nesse caso, o especialista em fundações deve comunicar-se com o arquiteto autor do projeto antes de emitir o relatório final do parecer.

3.1.1 Documentos de referência:

- levantamento planialtimétrico;
- relatório de vistoria do terreno;
- anteprojeto de arquitetura;
- sondagem de reconhecimento do solo;
- parecer sobre fundações emitido por empresa especializada.

3.1.2 Aspectos a serem analisados:

- sistema estrutural proposto e alternativas;
- modulação dos vãos;
- facilidade de execução, tipificação e padronização das peças e demais aspectos ligados à racionalização.

3.1.3 Produtos finais:

- desenhos de fôrmas das fundações em escala 1:50;

- desenhos de fôrmas dos pavimentos e da cobertura em escala 1:50 e dos muros de arrimo em escala conveniente.

Obs.: Os desenhos e textos não precisam ter o mesmo rigor formal do projeto executivo e podem ser a lápis em papel copiativo com margem e rótulo impressos.

3.1.4 Informações contidas nos produtos gráficos:

3.1.4.1 Fôrmas das fundações:

- pré-dimensionamento de todas as peças estruturais (sapatas, brocas, estacas, tubulões, baldrame, blocos de coroamento, lajes de piso estruturadas);
- indicação de cargas e momentos nas fundações;
- indicação do f_{ck} do concreto;
- nas fundações diretas: fazer constar a taxa de resistência do solo, conforme indicação do consultor especializado;
- estacas: especificar o tipo, quantidade, diâmetro e capacidade de carga nominal;
- tubulões: indicar o tipo de escavação (manual ou mecânica);

- indicação de níveis: face superior dos baldrames em relação aos pisos acabados; nas estacas e tubulões indicar a cota da face superior dos blocos de coroamento em relação aos pisos acabados.

3.1.4.2 Fôrma dos pavimentos, da cobertura e demais estruturas:

- numeração dos eixos de referência de acordo com o anteprojeto de arquitetura;
- pré-dimensionamento de todas as peças estruturais;
- cortes e elevações totais e ou parciais, com indicação de eixos;
- nas lajes, indicar: tipo, espessura, dimensões, e no caso de lajes mistas pré-fabricadas indicar o sentido de montagem das vigotas;
- indicação do f_{ck} do concreto;
- indicação da sobrecarga da cobertura e dos pisos;
- indicação de elementos de reforço em paredes (*grautes*, canaletas, detalhes de amarração);
- indicação de pilaretes e cintas de amarração em oitões de alvenaria.

3.1.4.3 Coberturas com estruturas de madeira ou metálicas:

- plantas e elevações em escalas convenientes;

- dimensão e seção de todas as peças da estrutura;
- tipo de telha, tipo de madeira, tipo de aço;
- tipo de contraventamento.

3.2 Projeto Executivo de Estruturas e Fundações: representação final e completa de todos os elementos de estrutura e fundação do edifício e demais construções, na forma gráfica e de especificações técnicas e memoriais, suficientes para orçamento, contratação e execução das atividades de construção correspondentes.

3.2.1 Documentos de referência:

- projeto executivo de arquitetura;
- anteprojeto de estruturas e fundações.

3.2.2 Produtos finais:

- desenhos de locação de fundações e pilares em escala 1:100 ou 1:50, com indicação dos eixos de referência;
- desenhos de fôrma das fundações em escala 1:50; fôrma dos muros de arrimo em escala conveniente;

- desenhos de fôrmas das estruturas dos pavimentos e da cobertura em escala 1:50;
- desenhos de armaduras em escala 1:50 (elevação) e 1:20 (corte);
- desenhos de fôrma e armadura de reservatórios enterrados, caixas d'água, casas de máquina, poço de elevador, etc.;
- em caso de edifícios de alvenaria estrutural:
 - plantas de modulação das paredes, representando a 1ª e a 2ª fiada de alvenaria, em escala 1:20;
 - plantas de enchimentos de paredes (*grautes*), em escala 1:20;
 - plantas e elevações de paredes com interferências, em escala 1:20;
- especificações técnicas e memoriais descritivos.

3.2.3 Informações contidas nos produtos gráficos

3.2.3.1 Fundações:

- dimensões de sapatas, blocos, tubulões, estacas, baldrames, brocas, pisos armados, com indicação das cotas de níveis da face superior (utilizar a referência de nível do levantamento planialtimétrico), f_{ck} do concreto, capacidade de carga de estacas e cota de arrasamento, taxa de resistência do solo (para elementos escavados);

- identificação e numeração de todas as peças estruturais: inclusive as estacas.

3.2.3.2 Estruturas:

- dimensões de pilares, vigas, lajes, reservatórios, escadas, brises, muros e demais elementos estruturais, com identificação e numeração das peças;
- indicação do f_{ck} do concreto, sobrecargas;
- cortes e elevações;
- indicações de eixos para locação dos elementos;
- indicação do tipo de aço; tabelas de bitola e comprimento de armadura.

3.2.3.3 Edifícios de alvenaria estrutural - elementos específicos:

- indicação dos blocos em fiadas alternadas; blocos com medidas especiais;
- armação ou enchimento de paredes; ligações entre paredes de vedação e paredes estruturais; acoplamento de componentes pré-fabricados à alvenaria estrutural;
- embutimentos de instalações prediais.

Obs.: Os desenhos deverão ser copiativos, em papel vegetal de formato padronizado, segundo normas da ABNT; todas as folhas devem ser datadas e conter a assinatura do responsável pelo projeto.

4 PROJETO DE SISTEMAS PREDIAIS

4.1 Anteprojeto de Sistemas Prediais: apresentação formal de elementos gráficos que definam as características das instalações hidráulicas, elétricas, mecânicas e outras:

- entradas de energia elétrica, água, gás, telefone, TV a cabo, coleta de esgoto;
- instalações previstas no projeto de arquitetura, internamente às edificações;
- instalações previstas no projeto de arquitetura, externamente às edificações;
- automatização de funções previstas para os sistemas prediais;
- instalações necessárias ao funcionamento do conjunto ou exigidas pelos órgãos de aprovação.

Obs.: O desenvolvimento do anteprojeto de sistemas prediais deverá ser feito em apoio ao de arquitetura.

4.1.1 Anteprojeto de instalações hidráulicas

4.1.1.1 Documentos de referência:

- programa de necessidades (ficha com dados para projeto de sistemas prediais);

- levantamento planialtimétrico;
- relatório de vistoria do terreno;
- anteprojeto de arquitetura;
- anteprojeto de estruturas e fundações.

4.1.1.2 Aspectos a serem analisados:

- número e localização de pontos das instalações (e seu confronto com o programa de necessidades);
- caminhamento das redes (água fria, esgoto, águas pluviais, gás, incêndio e outras);
- localização e dimensionamento de elementos tais como: abrigos, reservatórios, caixas, canaletas, fossas;
- índice de interferência com demais subsistemas da edificação;
- facilidade de execução, índice de tipificação e padronização e demais aspectos ligados à racionalização;
- atendimento à ficha de informações elaborada pelo empreendedor.

4.1.1.3 Produtos finais:

- planta geral de implantação em escala 1:100;
- planta dos pavimentos em escala 1:50 ou 1:100 conforme o anteprojeto de arquitetura;
- planta de cobertura em escala 1:50 ou 1:100;
- cortes e elevações em escala 1:50 ou 1:100.

Obs.: Os desenhos e textos não precisam ter o mesmo rigor formal do projeto executivo, podendo ser a lápis em papel copiativo, com margem e rótulo impressos.

4.1.1.4 Informações contidas nos produtos gráficos:

- água fria: localização e dimensionamento do cavalete; localização e capacidade do reservatório inferior e superior; rede externa de água fria;
- esgoto: rede externa de esgoto; caixas de inspeção; caixas de gordura; ligação à rede pública;
- gás: localização e dimensionamento do abrigo; rede externa;
- águas pluviais: rede externa de águas pluviais; sentido de escoamento; dimensionamento das tubulações; canaletas: localização, caimentos;

- incêndio: localização e tipo dos extintores: pó químico seco, espuma, CO₂; rede para hidrantes, registro de recalque; localização dos abrigos;
- automação predial: especificação das funções a serem automatizadas; tipos, quantidades e localização dos sensores e medidores a serem instalados; localização das unidades de controle;
- planta dos pavimentos: cotas dos pisos das edificações; localização dos pontos e colunas da rede de água fria; rede interna de esgotos e ventilação; localização dos condutores da rede de águas pluviais; localização dos pontos da rede de gás; localização dos pontos e colunas da rede de hidrantes e dos abrigos; definição de outras instalações.

4.1.2 Anteprojeto de instalações elétricas

4.1.2.1 Documentos de referência:

- programa de necessidades (ficha com dados para projeto de instalações);
- levantamento planialtimétrico;
- relatório de vistoria do terreno;
- anteprojeto de arquitetura;
- anteprojeto de estruturas e fundações.

4.1.2.2 Aspectos a serem analisados:

- caminhamento das redes de distribuição elétrica, telefone, TV/FM e outras;
- automação predial: especificação das funções a serem automatizadas; tipos, quantidades e localização dos sensores e medidores a serem instalados; localização das unidades de controle.
- número e localização de pontos de comando ou utilização das instalações (e seu confronto com o programa de necessidades);
- localização e dimensionamento de elementos tais como: quadros, de distribuição, de comando ou de proteção, medidores, abrigos, caixas, canaletas;
- índice de interferência com demais subsistemas da edificação;
- facilidade de execução, índice de tipificação e padronização e demais aspectos ligados à racionalização.

4.1.2.3 Produtos finais:

- planta geral de implantação em escala 1:100;
- planta dos pavimentos e da cobertura em escala 1:100 ou 1:50, conforme o anteprojeto de arquitetura;
- cortes e elevações se necessário, em escala 1:50 ou 1:100.

Obs.: Os desenhos e textos não precisam ter o mesmo rigor formal do projeto executivo e podem ser a lápis em papel copiativo com margem e rótulo impressos.

4.1.2.4 Informações contidas nos produtos gráficos:

- planta geral de implantação: limites do terreno; cotas dos pisos da edificação; indicação dos postes existentes; localização da entrada de energia e tipo de fornecimento; localização do quadro geral e dos quadros parciais de distribuição, comando e proteção; localização das tubulações de interligação da entrada ao quadro geral e deste aos demais quadros; pontos de luz de iluminação externa; localização das caixas de unidades de controle de automação; localização dos pontos de sensores e medidores; rede de tubulação dos circuitos de automação; localização do quadro geral de telefone e rede externa de telefone; pára-raios: altura do captor, locais dos aterramentos e os raios de proteção prováveis;
- planta dos pavimentos: localização dos quadros de distribuição, comando e proteção de energia elétrica; localização e tipo das luminárias, tomadas, pontos de força e comando e pontos de sinalização em todos os ambientes; localização do quadro de telefone, pontos de telefone e rede interna de interligação dos pontos; localização dos pontos de antena de TV/FM e rede de interligação dos pontos; localização do ponto do interfone e da rede de interligação do mesmo;
- planta da cobertura: localização das hastes dos captores das descargas elétricas atmosféricas; localização das antenas de recepção de sinais de

TV/FM, localização dos misturadores e amplificadores e tubulação de descida; indicação dos sinalizadores;

- cortes: quando forem necessários, apresentar detalhes de altura de montagem de luminárias ou aparelhos, passagens de tubulações, etc..

4.1.3 Anteprojeto de instalações mecânicas

4.1.3.1 Documentos de referência:

- programa de necessidades (ficha com dados para projeto de sistemas prediais);
- levantamento planialtimétrico;
- relatório de vistoria do terreno;
- anteprojeto de arquitetura;
- anteprojeto de estruturas e fundações.

4.1.3.2 Produtos finais:

- planta dos pavimentos e da cobertura em escala 1:50 ou 1:100, conforme o projeto de arquitetura;
- cortes e elevações em escala 1:50 ou 1:100;

4.1.3.3 Informações contidas nos produtos gráficos:

- cotas de piso em todos os ambientes;
- localização e pré-dimensionamento de equipamentos de transporte de passageiros e de cargas como elevadores, montacargas, escadas rolantes e esteiras transportadoras com previsão de áreas e instalações necessárias, caminhamento de instalações e dutos; equipamentos de ventilação mecânica ou condicionamento do ar, indicar abrigos, tipo de equipamentos, potência instalada, dutos e grelhas; bombas de sucção e recalque de água fria ou efluentes diversos, indicar: posição, potência, abrigo e quadros de controle; outras instalações: equipamentos de coleta e tratamento do lixo; ar comprimido, vácuo, oxigênio, etc., indicar centrais, capacidade, potência, tubulações, controles e proteções;
- automação predial: especificação das funções a serem automatizadas; tipos, quantidades e localização dos sensores e medidores a serem instalados; localização das unidades de controle.

4.2 Projeto Executivo de Sistemas Prediais: representação final e completa dos sistemas de instalações hidráulicas, elétricas e mecânicas, internas e externas às edificações, na forma gráfica e de especificações técnicas e memoriais, suficientes para orçamento, contratação e execução das atividades de construção correspondentes.

4.2.1 Projeto executivo das instalações hidráulicas

4.2.1.1 Documentos de referência:

- projeto executivo de arquitetura;
- anteprojeto de instalações hidráulicas;
- anteprojeto de estruturas e fundações.

4.2.1.2 Produtos finais:

- planta geral de implantação em escala 1:50 ou 1:100;
- planta dos pavimentos e da cobertura em escala 1:50 ou 1:100, conforme o projeto de arquitetura;
- esquema isométrico de água fria e quente na escala 1:20 ou 1:25;
- detalhamento do barrilete em escala 1:20;
- prevenção e combate a incêndio em escala 1:100 ou 1:200;
- detalhamento dos reservatórios de água em escala 1:20;
- detalhamento das redes internas de esgoto em escala 1:20;

- pastas para aprovação ⁽¹⁾ do projeto junto ao Corpo de Bombeiros e concessionárias.

Obs.: Os desenhos deverão ser copiativos, em papel vegetal de formato padronizado, segundo normas da ABNT; todas as folhas devem ser datadas e conter a assinatura do responsável pelo projeto.

4.2.1.3 Informações contidas nos produtos gráficos:

- planta geral de implantação: limites do terreno com curvas de nível, platôs e taludes; ruas circundantes com nome; cotas dos pisos da edificação; tabela de símbolos para instalações hidráulicas;
- água fria: localização e dimensionamento do cavalete; localização e capacidade dos reservatórios; rede externa de água fria;
- esgoto: rede externa de esgoto; caixas de inspeção e gordura; ligação à rede pública;
- águas pluviais: rede externa de águas pluviais: indicação de materiais e diâmetros das tubulações; tubos de queda e calhas; sentido de escoamento e caimentos;
- gás: localização e dimensionamento do abrigo; rede externa e distribuição;

⁽¹⁾ Denominou-se aqui "pastas para aprovação" o conjunto de documentos exigidos pelo Corpo de Bombeiros ou pelas concessionárias de água para aprovação do projeto, tais como: requerimentos, desenho do padrão de entrada, plantas do projeto de instalações de combate a incêndio da edificação, memoriais, etc..

- incêndio: localização dos extintores com especificação de tipo; rede de hidrantes, com especificação de materiais; registros de recalque; localização dos abrigos;
- planta dos pavimentos: cotas dos pisos; localização dos pontos e prumadas de água fria e quente; especificação dos materiais e diâmetros das tubulações; rede de esgoto primário, secundário e ventilação de cada ambiente com especificação dos materiais e diâmetros; localização dos pontos de consumo de gás, rede de distribuição com especificação de materiais e diâmetros; localização das colunas de hidrantes com as respectivas caixas de mangueira, com especificações de materiais e diâmetros;
- planta da cobertura: indicação da inclinação da cobertura, caimentos das lajes, calhas e marquises; localização dos condutores de águas pluviais com especificação de materiais e diâmetros; localização das colunas de ventilação, poços de ventilação; indicação do reservatório elevado e da casa de máquina do elevador (se houver).

4.2.2 Projeto executivo das instalações elétricas

4.2.2.1 Documentos de referência:

- projeto executivo de arquitetura;
- anteprojeto de instalações elétricas;
- anteprojeto de estruturas e fundações.

4.2.2.2 Produtos finais:

- planta geral de implantação em escala 1:50 ou 1:100;
- planta dos pavimentos e da cobertura em escala 1:50 ou 1:100, conforme o projeto de arquitetura;
- cortes, se necessários, na mesma escala das plantas;
- detalhe da entrada de energia segundo os padrões exigidos pela concessionária;
- diagrama dos quadros de distribuição, tabela de cargas e dimensionamento, legenda e detalhes;
- pastas para aprovação ⁽²⁾ do projeto junto às concessionárias.

Obs.: Os desenhos deverão ser copiativos, em papel vegetal de formato padronizado, segundo normas da ABNT; todas as folhas devem ser datadas e conter a assinatura do responsável pelo projeto.

4.2.2.3 Informações contidas nos produtos finais:

- planta geral de implantação: limites do terreno com curvas de nível, platôs e taludes; ruas circundantes com nome; cotas dos pisos da edificação;

⁽²⁾ Denominou-se aqui "pastas para aprovação" o conjunto de documentos exigidos pelas concessionárias para aprovação do projeto; no caso de energia elétrica, por exemplo: requerimento, tabelas de cargas, desenho do padrão de entrada, plantas do projeto de instalações elétricas da edificação, memoriais, etc..

indicação dos postes existentes; localização da entrada de energia e cabine de transformação conforme normas da concessionária; nome da concessionária e tipo de fornecimento; localização de quadros e caixas (gerais, de distribuição, controle e supervisão); indicar a posição do aterramento e medidas de haste de terra; localização das tubulações de interligação da entrada até o quadro geral e deste aos demais quadros e para as instalações de iluminação externa; dimensionamento dos condutores, materiais, dimensionamento e especificação dos eletrodutos, conexões e caixas de passagens; pontos de luz externos; localização do quadro de telefone, rede externa de telefone, material e dimensionamento dos eletrodutos; localização do pára-raios, altura do captor, locais dos aterramentos e indicação do raio de proteção;

- planta dos pavimentos: localização dos quadros de distribuição, comando e proteção; localização dos pontos de luz, tomadas, pontos de força e comando e pontos de sinalização em todos os ambientes; localização de todas as tubulações de interligação dos pontos; dimensionamento dos condutores, especificação dos materiais e dimensionamento dos eletrodutos; especificação das luminárias, reatores e lâmpadas; indicar a potência dos aparelhos a serem instalados; localização das caixas de unidades de controle de automação; localização dos pontos de sensores e medidores, com especificação completa para cada ponto; rede de tubulação dos circuitos de automação com especificação e diâmetro dos eletrodutos; localização do quadro de distribuição de telefone; localização dos pontos de telefone; rede de tubulação dos ramais de telefone com especificação e diâmetro dos eletrodutos; localização dos pontos de TV/FM; rede de tubulação de TV/FM com especificação e diâmetro dos eletrodutos;

- planta da cobertura: localização das hastes dos captadores de descargas atmosféricas com respectivas interligações e descidas, dimensionamento das cordoalhas; detalhamento da fixação dos mastros captadores, isoladores e cabos de aterramento; localização e dimensionamento dos condutores e eletrodutos de todos os circuitos de instalação elétrica posicionados na cobertura; localização das antenas de recepção de sinais de TV/FM, especificar número e modelo, localização e especificação dos misturadores e amplificadores e tubulação de descida; indicação dos sinalizadores;
- instalação dos quadros de elétrica: diagrama do quadro geral de força e luz (QG-FL); dimensões do quadro; dimensões da chave geral, disjuntores e barramentos; diagrama dos quadros parciais de distribuição, tabela geral de cargas do QG-FL, especificações do quadro; tabela das cargas dos quadros parciais: numeração, voltagem e carga de cada circuito, dimensionamento do cabo de alimentação; dimensionamento da proteção; quantidade, tipo e carga existente em cada circuito; simbologia adotada nos desenhos;
- instalação das caixas de unidades de controle de automação: diagrama de instalação, dimensões das caixas, fixação; especificações e codificação das caixas para sua identificação; circuitos de alimentação; diagramas de ligação das caixas com sensores e medidores e com a central de supervisão e controle; tipo e dimensionamento de cabos utilizados;
- central de supervisão e controle de automação predial: diagrama de instalação dos equipamentos, detalhes de fixação; circuitos de alimentação; diagramas de ligação dos equipamentos da central; tipo e dimensionamento de cabos utilizados; simbologia adotada nos desenhos;

4.2.3 Projeto executivo das instalações mecânicas

4.2.3.1 Documentos de referência:

- projeto executivo de arquitetura;
- anteprojeto de instalações hidráulicas;
- anteprojeto de instalações elétricas;
- anteprojeto de instalações mecânicas;
- anteprojeto de estruturas e fundações.

4.2.3.2 Produtos finais:

- planta dos pavimentos e da cobertura em escala 1:50 ou 1:100, conforme o projeto de arquitetura;
- cortes e elevações em escala 1:50 ou 1:100;
- detalhes de elementos de fixação ou montagem em escalas convenientes;
- memoriais descritivos e de especificação em papel formato A4.

Obs.: Os desenhos deverão ser copiativos, em papel vegetal de formato padronizado, segundo normas da ABNT; todas as folhas devem ser datadas e conter a assinatura do responsável pelo projeto.

4.2.3.3 Informações contidas nos produtos gráficos:

- cotas de piso e teto acabados em todos os ambientes;
- localização e dimensionamento de todos os equipamentos mecânicos com dimensões em milímetros; indicação da potência elétrica do equipamento e tensão de operação; peso do equipamento e reações nos apoios; indicar a localização das instalações complementares necessárias (água, energia, ar comprimido e outras) com a descrição da capacidade ou potência; indicar a posição dos abrigos das instalações complementares, posição de quadros de comando e proteção; detalhamento da montagem do equipamento e do sistema de fixação ou ancoragem.

5 PROJETO PARA PRODUÇÃO: conjunto de elementos de projeto para apoio às atividades de produção em obra, considerando as características e recursos próprios da empresa construtora, elaborados simultaneamente ao detalhamento do projeto executivo.

5.1 Documentos de Referência:

- projeto executivo de arquitetura;
- projetos executivos de estruturas e fundações, de instalações hidráulicas, de instalações elétricas e de instalações mecânicas; projetos executivos de instalações especiais, quando for o caso;
- informações geradas por consultores, empresas especializadas em serviços e fabricantes de materiais e componentes e de equipamentos;

- dados extraídos do banco de tecnologia construtiva da empresa;
- dados do planejamento econômico-financeiro do empreendimento, tais como cronogramas, datas-chaves, etc..

5.2 Produtos Finais

5.2.1 Projeto do canteiro de obras:

- desenho de implantação do canteiro em escala 1:200 ou 1:500;
- plantas de locação no canteiro de equipamentos de transporte ou de controle geométrico, em escalas adequadas;
- plantas e cortes transversais e longitudinais das edificações provisórias integrantes do canteiro de obras, em escala 1:100;
- especificações técnicas para execução das edificações provisórias.

5.2.2 Projeto do processo de produção:

- disposição e seqüência das atividades de obra e frentes de serviço - plantas e cortes (sem escala);
- desenhos de detalhes construtivos especiais, em escalas adequadas;

- especificações técnicas para serviços, em papel formato A4 ⁽³⁾.

5.3 Informações Contidas nos Produtos Gráficos

5.3.1 Projeto do canteiro de obras:

- arranjo dos elementos de canteiro; evolução do canteiro ao longo das fases da obra; detalhamento de execução dos itens não padronizados;
- equipamentos de transporte e de controle geométrico: localização, posicionamento e montagem, deslocamento no decorrer da obra; raio de ação, trajetória, ciclo de produção;

5.3.2 Projeto do processo de produção:

- detalhes construtivos de fôrmas, escoramentos, juntas em elementos estruturais de concreto armado ou protendido, e outros que forem necessários ao entendimento completo do processo de execução da estrutura;
- detalhes de embutimentos e passagens em fôrmas, colocação de chumbadores ou fixações em elementos da estrutura;
- detalhes construtivos especiais de montagem de armaduras de elementos de concreto armado ou protendido;

⁽³⁾ As especificações adotadas podem ser:

- as constantes de normas técnicas oficiais;
- específicas do empreendimento em projeto;
- segundo padrão adotado e documentado pela empresa.

- seqüência de execução de paredes de alvenaria, com destaque para interferências com outros itens de produção (tais como prumadas de instalações, vãos de esquadrias, entre outros); detalhes de colocação de componentes especiais;
- detalhes para fabricação de componentes construtivos pré-moldados, como vergas e contravergas, contramarcos pré-moldados, e outros;
- ramais de instalações: seqüência de colocação; gabaritos; diagramas de montagem;
- esquadrias: seqüência de colocação; gabaritos; diagramas de montagem;
- seqüência, posicionamento e detalhes de assentamento ou fixação dos revestimentos em geral; em revestimentos modulares, desenhos de referência para cortes e arremates de componentes;
- procedimentos e controles de produção dos serviços que compõem o processo construtivo adotado; equipamentos utilizados no controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia.** São Paulo, Mestre Jou, 1981.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. **Quality in the constructed project:** a guideline for owners, designers and constructors. New York, 1988. v.1

ANDRADE, F.P.D. A construção de edifícios. In: Vargas, M., coord. **Contribuições para a história da engenharia no Brasil.** São Paulo, EPUSP, 1994. p.33-73.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (a). **Seleção e contratação de serviços e obras de engenharia e arquitetura de natureza privada - NBR-5670.** Rio de Janeiro, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (b). **Estudos de pré-viabilidade de serviços e de obras de engenharia e arquitetura - NBR-5677.** Rio de Janeiro, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (c). **Estudos de viabilidade de serviços e de obras de engenharia e arquitetura - NBR-5679.** Rio de Janeiro, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (d). **Elaboração de projetos de obras de engenharia e arquitetura - NBR-5679.** Rio de Janeiro, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura** - NBR-5671. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (a). **Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade: diretrizes para seleção e uso** - NB-9000/ISO-9000. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (b). **Sistemas da qualidade: modelo para a garantia da qualidade em projetos - desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica** - NB-9001/ISO-9001. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (c). **Gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade: diretrizes** - NB-9004/ISO-9004. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Discriminação de serviços técnicos para construção de edifícios** - NBR-12722. Rio de Janeiro, 1992.

AYMARD, A.; AUBOYER, J. **O Oriente e a Grécia antiga**. 6.ed. Trad. de Pedro Moacyr Campos. Rio de Janeiro, DIFEL, 1977. v.1

BARROS, M.M.S.B. **Tecnologia de produção de contrapisos para edifícios habitacionais e comerciais**. São Paulo, 1991. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BARROS, M.M.S.B.; MELHADO, S.B. **Racionalização do projeto de edifícios construídos pelo processo tradicional.** São Paulo, 1993. /Seminário apresentado no curso de pós-graduação da EPUSP. Datilografado/

BAUER, L.A.F. Tudo favorável à recuperação do conjunto da COHAB-Carapicuíba. **Construção**, v.44, n.2259, p.9, maio 1991.

BOBROFF, J. A new approach of quality in building industry in France: the strategic space of the major actors. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON MANAGEMENT, QUALITY AND ECONOMICS IN HOUSING, Lisboa, 1991. **Management, quality and economics in building: transactions.** London, SPON, 1991. p.443-52.

BOBROFF, J. The project management: a new profile for the actors in the building industry. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, 1993. **Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações: anais.** São Paulo, EPUSP/ANTAC, 1993. v.1, p.41-51.

BOCHENSKI, J.M. **Diretrizes do pensamento filosófico.** 6.ed. Trad. de Alfred Simon. São Paulo, EPU, 1977.

BONSIEPE, G. **A tecnologia da tecnologia.** São Paulo, Edgard Blücher, 1983.

BRASIL. Congresso Nacional. **Código de defesa do consumidor.** São Paulo, ABNT/COBRACON, 1991.

BRASIL. Ministério da Ação Social. **Programa nacional de tecnologia da habitação - PRONATH**. Brasília, Secretaria Nacional de Habitação, 1991.

BRINGHENTI, I. **O ensino na Escola Politécnica da USP: fundamentos para o ensino de engenharia**. São Paulo, EPUSP, 1993.

BULLETIN D'INFORMATION DU CEB. **Quality control and quality assurance for concrete structures**. Paris, n. 157, mars 1983.

BURNS, E.M. **História da civilização ocidental**. 22.ed. Trad. de Lourival Gomes Machado, Lourdes Santos Machado e Leonel Vallandro. Porto Alegre, Globo, 1979. v.2

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Programa brasileiro de qualidade e produtividade: sub-programa setorial - setor construção civil/edificações**. São Paulo, Centro de Tecnologia de Edificações, s.d.

CAMARGO, M. I. Qualidade: boas e más notícias. **Construção**, v.46, n.2396, p.4-6, jan. 1994.

CAMBIAGHI, H. Projeto e obra no difícil caminho da qualidade. **Obra**, n.37, p.10-2, jun. 1992.

CARDOSO, F.F. Novos enfoques sobre a gestão da produção: como melhorar o desempenho das empresas da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo,

1993. **Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações: anais.** São Paulo, EPUSP/ANTAC, 1993. v.2, p.557-70.

CARDOSO, L.R.A. Urbanização e planejamento urbano. São Paulo, EPUSP/PCC, 1991. /Apostila da disciplina PCC-131: Introdução à engenharia civil II

CASTRO NETO, J.S. **Edifícios de alta tecnologia.** São Paulo, Carthago & Forte, 1994.

CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DA BAHIA. **Narandiba:** campus experimental de habitação. Salvador, BNH/BANEB/CEDURB/CBIC, 1978. 231 p.

CÉSAR, M.C. Braços cruzados: pesquisa revela 35% de tempo ocioso em canteiros de obras. **Construção**, v.46, n.2391, p.12, dez. 1993.

CIB TRIENNIAL CONGRESS, 7., Edinburgh, 1977. Construction research international: **proceedings.** Lancaster, The Construction Press, 1978. v.2: Discussion.

CNUDDE, M. La qualité, une garantie pour l'industrie de la construction. **CSTC**, v.19, n.2, avr/juin 1984.

COMPANHIA METROPOLITANA DE HABITAÇÃO DE SÃO PAULO. **A verdade sobre a COHAB-SP:** dossiê; gestão 1989-1992. São Paulo, s.d.

COMPANHIA DE CONSTRUÇÕES ESCOLARES DO ESTADO DE SÃO PAULO (a). **Procedimentos para apresentação de projetos de edificações escolares de primeiro grau: arquitetura.** São Paulo, 1986.

COMPANHIA DE CONSTRUÇÕES ESCOLARES DO ESTADO DE SÃO PAULO (b). **Procedimentos para apresentação de projetos de edificações escolares de primeiro grau: estrutura.** São Paulo, 1986.

COMPANHIA DE CONSTRUÇÕES ESCOLARES DO ESTADO DE SÃO PAULO (c). **Procedimentos para apresentação de projetos de edificações escolares de primeiro grau: hidráulica.** São Paulo, 1986.

COMPANHIA DE CONSTRUÇÕES ESCOLARES DO ESTADO DE SÃO PAULO (d). **Procedimentos para apresentação de projetos de edificações escolares de primeiro grau: elétrica.** São Paulo, 1986.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ato n. 61. São Paulo, 05 de julho de 1991.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Constructability: a primer.** 2.ed. Austin, 1987. (CII publication, n. 3-1)

CROSBY, P.B. **Let's talk quality.** New York, McGraw-Hill, 1989.

CUNHA, A.J.C.; COBRA, A.N. A auditoria de produto em projetos de engenharia no contexto de um programa de melhoria. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE, 2., São Paulo, 1991. **Anais.** São Paulo, ABNT, 1991. p.57-66.

DALZELL, W.R. **Arquitetura**. Trad. de Fernando de Castro Ferro. São Paulo, Melhoramentos/EDUSP, 1977. (Série Prisma, n.37)

DESPERDÍCIO: ele está onde você nem imagina. **Jornal do CONFEA**, Brasília, ago/set. 1993. p.5-7

ELDIN, N.N. Constructability improvements of project designs. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.114, n.4, p.631-40, Dec. 1988.

ETIENNE, J. O seguro-construção na França. In: ENCONTRO FRANCO-BRASILEIRO DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO, São Paulo, 1993. **Anais**. São Paulo, SENAI, 1993. p.11-7

FERREIRA, A.B. **Produto total e projeto total**: processo para qualidade do projeto a partir da voz do cliente. São Paulo, 1993. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FERREIRA, A.B.H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1986.

FERRO, S. **Arquitetura nova**. São Paulo, GFAU-USP, 1979.

FIGUEIREDO, R.B. As normas ISO série 9000. **Revista INMETRO**, v.2, n.2, p.16-7, abr/jun. 1993.

FRANCHI, C.C.; SOIBELMAN, L.; FORMOSO, C.T. As perdas de materiais na indústria da construção civil. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA

CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., Porto Alegre, 1993. **Gestão e Tecnologia.** Porto Alegre, NORIE/UFGRS, 1993. p.133-98.

FRANCO, L.S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** São Paulo, 1992. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FRANCO, L.S.; AGOPYAN, V. **Implementação da racionalização construtiva na fase de projeto.** São Paulo, EPUSP, 1993. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/94).

FRUET, G.M.; FORMOSO, C.T. Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., Porto Alegre, 1993. **Gestão e Tecnologia.** Porto Alegre, NORIE/UFGRS, 1993. p.1-52.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Especificações da edificação escolar de primeiro grau.** 2.ed. São Paulo, 1988.

GAMA, R. Meios de trabalho. **Téchne**, n. 10, p.34-6, maio/jun. 1994.

GARCIA MESEGUER, A. **Controle e garantia da qualidade na construção.** São Paulo, SINDUSCON-SP, 1991.

- GRAZIA, S. O problema da qualidade (TQC) na indústria da construção civil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GERENCIAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 1., EPUSP, 1988. **Anais**. São Paulo, 1988. p. 21-32.
- GRIFFITH, A. An investigation into factors influencing buildability and levels of productivity for application to selecting alternative design solutions: a preliminary report. In: CIB W65 INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION, 5., London, 1987. **Proceedings**. London, CIB, 1987-88. v.2, p.646-57.
- HALL, B.; FLETCHER, K. Quality assurance of buildings in the United Kingdom. **Building Research and Practice**, n.1, p.61-4, 1990.
- HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, P.E. Qualidade: cada erro tem seu preço. Trad. de Vera M. C. Fernandes Hachich. **Téchne**, n. 1, p.32-4, nov/dez. 1992.
- HANDLER, A.B. **Systems approach to architecture**. New York, Elsevier, 1970.
- HELENE, P.R.L. Controle de qualidade na indústria da construção civil. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Tecnologia de edificações**. São Paulo, PINI, 1988. p.537-40.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Quality: vocabulary - ISO-8401**. Berna, 1986.
- ISO 9000. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 19 abr. 1994. Suplemento. 6p.

JOHN, V.M.; CINCOTTO, M.A. Por que recomendamos a demolição do conjunto da COHAB-Carapicuíba. **Construção**, v.44, n.2259, p.10-1, maio 1991.

* JURAN, J.M.; GRYNA, F.M. **Controle da qualidade**. 4.ed. São Paulo, Makron/McGraw-Hill, 1991. v.1

LEMOS, C.A.C. **O que é arquitetura**. 3.ed. São Paulo, Brasiliense, 1982. (Coleção Primeiros Passos, n.16)

LONGO, O.C. **Sistemas de informação e controle em projetos**. Niterói, 1987. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Fluminense.

LUSH, D. Communication infrastructures. In: ATKIN, B., ed.. **Intelligent buildings**. New York, John Wiley, Sons, 1988. p.64-79.

MAFFEI, W. **Metodologia para gerenciamento de planos e projetos de arquitetura visando a otimização de resultados**. São Paulo, 1989. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

MARICATO, E. **Indústria da construção e política habitacional**. São Paulo, 1984. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 1984. 209 p.

MARK, R. **Os velhos mestres-de-obras e suas valiosas lições**. s.n.t.

MARQUES, G.A.C. O Projeto integrado à obra. São Paulo, EPUSP/PCC, 1992. /Notas de aula da disciplina PCC-568 da EPUSP. Datilografado/

MARQUES, G.A.C. **O projeto na engenharia civil.** São Paulo, 1979. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MARTUCCI, R. **Projeto tecnológico para edificações habitacionais: utopia ou desafio?** São Paulo, 1990. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

McGINTY, T. Projeto e processo de projeto. In: SNYDER, J.C.; CATANESE, A.J., coord. **Introdução à arquitetura.** Rio de Janeiro, Campus, 1984. p.160-94.

MELHADO, S.B. O uso de protótipos como elemento de projeto para obras civis de grande repetitividade: o projeto CRUSP. **Revista Politécnica**, n.191, p.33-7, mar.1986.

MELHADO, S.B. A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, 1993. **Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações: anais.** São Paulo, EPUSP/ANTAC, 1993. v.2 p.703-4.

MELHADO, S.B.; VIOLANI, M.A.F (a). **A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios.** São Paulo, EPUSP, 1992. (Texto Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/02)

MELHADO, S.B.; VIOLANI, M.A.F (b). **Sistematização da coordenação de projetos de obras de edifícios habitacionais.** São Paulo, EPUSP, 1992. (Relatório técnico - Convênio EPUSP/LIX DA CUNHA, Projeto EP/LIX-4, Rt. n. 20.067)

MELLO FILHO, J.H. et al. **Elaboração de projetos de arquitetura:** documento básico; proposta de norma para estudo pelo COBRACON-ABNT. São Paulo, PINI, 1989.

~~X~~ MERLI, G. **Eurochallenge:** the TQM approach to capturing global markets. Trad. de Ralph Bullock. Oxford, IFS, 1993.

MILA, A. **O edifício.** São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, s.d.

MONNIER, G. **Le Corbusier.** Trad. de Maria Lucia Machado. São Paulo, Brasiliense, 1985. (Coleção Encanto Radical, n.67)

MORAIS, J.F.R. **Ciência e tecnologia:** introdução metodológica e crítica. 4.ed. São Paulo, Papirus, 1983.

MOTTEU, H.; CNUDDÉ, M. La gestion de la qualité durant la construction: action menée en Belgique par le comité "Qualité dans la Construction". In: CIB TRIENNIAL CONGRESS, 11., Paris, 1989. **Quality for building users throughout the world.** s.l., CIB, 1989. v.1, t.3, p.265-76.

NIEMEYER, O. **Como se faz arquitetura.** Petrópolis, Vozes, 1986. (Coleção Fazer, n.19)

NOGUEIRA DE PAULA, L. **Racionalização**. Rio de Janeiro, s.ed., 1932.

O'CONNOR; J.T.; TUCKER, R.L. Industrial project constructability improvement. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.112, n.1, p.69-82. Mar. 1986.

O'CONNOR; J.T.; RUSCH, S.E.; SCHULZ, M.J. Constructability concepts for engineering and procurement. In: **Journal of Construction Engineering and Management**, v.113, n.2, p.235-8. June 1987.

ORNSTEIN, S.W. Avaliação pós-ocupação: produção nacional e internacional recentes e as tendências rumo ao século XXI. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, 1993. **Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações: anais**. São Paulo, EPUSP/ANTAC, 1993. v.2 p.855-64.

PACEY, A. **El laberinto del ingenio: ideas e idealismo en el desarrollo de la tecnologia**. Trad. de Homero Alsina Thevenet. Barcelona, Gustavo Gili, 1980.

PEREIRA, A.M. Escritório Piloto: 30 anos de trabalho voluntário; resumo do 1º relatório anual - 1984. **Revista Politécnica**, n.185, p.30-1, ago. 1984.

PESQUISA revela perfil de construtoras. **Informativo Central EPS**, v.1, n.2, p.2, jul. 1993.

PICCHI, F.A. **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios.** São Paulo, 1993. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PICCHI, F.A. Experiências na construção civil: 2º caso - Encol Engenharia, Comércio e Indústria. In: QUALICON - SEMANA CAPIXABA DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 1. **Anais.** Vitória, 1992. p.48-52.

PLONSKI, G. A. Engenharia, engenharias, reengenharia. **Revista Politécnica**, n.211, p.14-5, out/dez. 1993.

QUALIDADE é arma contra desperdícios. **Notícias**, n.4, p.17, mar. 1993.

RAMOS, A.W. Administração da qualidade. In: ENGENHARIA de produção para a construção civil: curso para a Método Engenharia S.A. São Paulo, Fundação Carlos Alberto Vanzolini, 1992.

RE-ENGINEERING Europe. **The Economist**, v.330, n.7852, p.67-8, Feb. 1994.

REGULAMENTO de Honorários Profissionais do CREA. In: CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Anuário do CREA.** São Paulo, s.d., p.27-35.

ROCHA, S. O pós-operatório: a implosão do conjunto da COHAB-Carapicuíba. **Construção**, v.44, n.2259, p.3-7, maio 1991.

ROCHA LIMA JR., J. **Qualidade na construção civil: conceitos e referenciais.** São Paulo, EPUSP, 1993. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/120)

RODRIGUEZ, W.E. **The modeling of design ideas: graphics and visualization techniques for engineers.** New York, McGraw-Hill, 1992.

ROSSO, T. **Racionalização da construção.** São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1980.

ROTSTEIN, J. **O livro branco da consultoria de engenharia brasileira.** Rio de Janeiro, SINAENCO, 1993.

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia.** São Paulo, 1989. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SABBATINI, F.H. et al. **Recomendações para o projeto construtivo das paredes de vedação em alvenaria: procedimentos para elaboração e padrão de apresentação.** São Paulo, EPUSP, 1991. (Relatório técnico - Convênio EPUSP/CPqDCC/ENCOL, Projeto EP/EN - 7)

SILVA, P.A.L. Auditoria da qualidade: relevância no momento atual. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE, 2. **Anais.** São Paulo, ABNT, 1991.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE GRANDES ESTRUTURAS NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Perfil da construção civil: diagnósticos e perspectivas das empresas do SINDUSCON no Estado de São Paulo: principais aspectos e resultados.** São Paulo, SINDUSCON, 1991.

SNYDER, G. Kodak Australia: from down under to up top. **Performance Management Magazine.** v.11, n.4, p.19-27, 1993.

SOUTO MAIOR, A. **História geral.** 15.ed. São Paulo, Nacional, 1973.

SOUZA, R. Habitação popular: um desafio permanente. **Revista CEPAM,** v. 1, n. 4, p.37-42, out/dez. 1990.

SOUZA, R. Qualidade: fator de competitividade na indústria da construção civil. In: SIMPÓSIO DE APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DO CONCRETO, 15., São Paulo, 1992. **Anais.** São Paulo, CONCRELIX, 1992. p.3-28.

SOUZA, R. Como combater o desperdício dentro das empresas. **Obra,** n.48, p.37, jun. 1993.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. Sistemas de qualidade em empresas construtoras. **Obra,** n.42, p.26-8, dez. 1992.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. Gestão da qualidade. In: **Qualidade e produtividade na construção civil - Curso EPUSP/ITQC.** São Paulo, EPUSP, 1993. v.2

SOUZA, R.; SAMPAIO, J.C.A.; MEKBKIAN, G. Fundamentos da qualidade.
In: **Qualidade e produtividade na construção civil** - Curso EPUSP/ITQC.
São Paulo, EPUSP, 1993. v.1

SOUZA, U.E.L.; MELHADO, S.B. **Subsídios para a avaliação do custo da mão-de-obra.** São Paulo, EPUSP, 1991. (Texto Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/01)

STEMMER, C.E. A questão do projeto nos cursos de engenharia - texto nº 1.
Revista Ensino de Engenharia, v.7, n. 1, p.3-6, 1988.

SZUBERT, E.B. Política habitacional no Brasil. In: BAHIA. Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia. **Habitação e Urbanismo.** Salvador, 1979. p.29-35 (Convênio SEPLANTEC/OCEPLAN)

TATUM, C.B. Improving constructibility during conceptual planning. In: **Journal of Construction Engineering and Management.** v.113, n.2, p.191-207, June 1987.

TOSCANO, J.W. **Arquitetura, experiência de um percurso.** São Paulo, 1989. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

TURK, C. Life cycle information systems. In: ATKIN, B., ed. **Intelligent buildings.** New York, John Wiley, Sons, 1988. p.179-91.

VANNUCCHI, G.; KÖNIGSBERGER, J. A sabedoria da prática. /Entrevista a Helder Lima/ **Construção**, v.44, n.2259, p.14-6, maio 1991. .

VARGAS, M. A tecnologia no Brasil. In: FERRI, M.G.; MOTOYAMA, S., coord. **História das ciências no Brasil**. São Paulo, EPU/EDUSP, 1979. p.331-73.

VARGAS, N. Tendências de mudança na indústria da construção. **Obra**, n.44, p.25-9, fev. 1993.

VIOLANI, M.A.F; MELHADO, S.B.; PRADO, R.T.A. **Coordenação de projetos de edifícios**. São Paulo, 1991. /Seminário apresentado no curso de pós-graduação da EPUSP. Datilografado/

WOOD JR., T. Teoria sistêmica avançada e a terceira onda da qualidade. **Revista Politécnica**, n.211, p.32-40, out/dez. 1993.