USP

Campus de São Carlos

CONTROLE DA QUALIDADE DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES

HELEN ULRICH

Orientador: Prof Dr. José Benedito Sacomano

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP
EXEMPLAR REVISADO
Data de entrada no Serviço: 14/03/01
Ass.:

CONTROLE DA QUALIDADE DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES

Helen Ulrich

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

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Benedito Sacomano

DEDALUS - Acervo - EESC
31100017295
EESC - USP Biblioteca CAMPUS DE S. CARLOS

São Carlos
2001

Class. TESE-EESC
Cutt. 6319
Tombo 0076/01
nt 1170773

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

U45c

Ulrich, Helen
Controle da qualidade de projetos de edificações / Helen Ulrich. -- São Carlos, 2001.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2001.
Área: Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Dr. José Benedito Sacomano.

1. Controle de qualidade. 2. Projeto. 3. Edificações. 4. Construção civil. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: Engenheira **HELEN ULRICH**

Dissertação defendida e aprovada em 02-03-2001
pela Comissão Julgadora:

Prof. Doutor **JOSÉ BENEDITO SACOMANO (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)

Prof. Doutor **LAÉRCIO FERREIRA E SILVA**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)

Prof. Doutor **CELSO CARLOS NOVAES**
(UFSCar - Universidade Federal de São Carlos)

Prof. Associado **RENATO VAIRO BELHOT**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção

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

Ao meu pai, Elio Ulrich,

pela confiança, pelo apoio incondicional,

e acima de tudo, por todo seu amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que cooperaram ou participaram de alguma forma deste trabalho:

Ao professor José Benedito Sacomano,
por sua sabedoria e orientação.

Ao professor Celso Carlos Novaes, da UFSCar,
pela grande ajuda nas horas de maior indecisão.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Produção Civil (GPEPC), pelo companheirismo e pelas discussões sobre uma construção civil com mais qualidade:
Lúcia, Fábio, Heitor, Myrian, Kelly, André, Raquel, Ricardo e Rodrigo.

Aos funcionários, professores e colegas do Departamento de Engenharia de Produção.

Às empresas construtoras EBM e Tarraf, aos escritórios J.R. Andrade S/C Ltda., Eplan Engenharia e LM Projetos,
pela atenção e apoio recebidos durante os contatos mantidos para o desenvolvimento da pesquisa.

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo,
pela viabilidade financeira da pesquisa.

Às amigas e companheiras de todos os dias,
Aline, Camila, Érika, Luciana e Miliana,
pela ótima convivência e amizade.

Ao André,
por todo o amor e paz nas horas em que eu mais precisei.

Aos meus pais Elio e Hilda,
pelo que eu sou,
e toda minha família:
Bete, Natália, Luis, Aline, Marcelo, Valéria e Lucas,
pelo amor e alegria de sempre.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS i

LISTA DE QUADROS ii

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS iii

RESUMO iv

ABSTRACT v

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO 01

1.1. Justificativa 06

1.2. Objetivos e hipóteses 09

1.2.1. Objetivo geral 09

1.2.2. Objetivos específicos 09

1.2.3. Hipóteses de trabalho 10

1.3. Metodologia 11

1.4. Estrutura do trabalho 11

Capítulo 2 – O PROCESSO DE PROJETO E A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS 13

2.1 A indústria da construção civil 13

2.1.1 O subsetor edificações 15

2.2 Caracterização do processo de projeto 18

2.2.1 Definições de projeto 18

2.2.2 Projeto do produto e projeto da produção 21

2.2.3 Etapas do processo de projeto 25

2.2.4 A importância do projeto no processo de projeto 32

2.3 A qualidade e o processo de projeto 39

2.3.1 O conceito de qualidade 39

2.3.2 A qualidade e o processo de projeto 44

2.3.3 Ferramentas para melhoria e qualidade de projetos 48

2.3.4 Gestão do processo de projeto 51

Capítulo 3 – GARANTIA E CONTROLE DA QUALIDADE DE PROJETOS **56**

3.1 Garantia da qualidade de projeto 56

3.2 Fluxo de Informações no processo de projeto 58

3.3 O conceito de projeto simultâneo 60

3.4 Controle da qualidade no processo de projeto 62

3.4.1 O conceito de controle da qualidade 62

3.4.2 Controle da qualidade na construção civil 66

3.4.3 Controle da qualidade de projetos 67

3.4.4 Sistematização de informações e indicadores 72

3.4.5 Coordenação de projetos 75

3.4.6 Análise crítica de projetos 85

3.4.7 Registro de alterações e realimentação do processo 86

3.4.8 O controle de projeto segundo a Norma ISO 9001/94 88

Capítulo 4 – ESTUDOS DE CASOS JUNTO A EMPRESAS CONSTRUTORAS E ESCRITÓRIOS DE PROJETO **92**

4.1 Introdução 92

4.2 Caracterização das empresas pesquisadas 95

4.2.1 Empresas construtoras 95

4.2.2 Escritórios de projeto 97

4.3 Pesquisa junto a empresas construtoras 99

4.3.1 Setor de suprimentos e fornecedores 99

4.3.2 Planejamento e programação 101

4.3.3 Aspectos tecnológicos 103

4.3.4 Gestão global e qualidade 104

4.3.5 Projeto 110

4.4 Pesquisa junto a escritórios de projeto 116

4.4.1 Desenvolvimento do processo de projeto 117

4.4.2 Comunicação com a construtora e demais projetistas 119

4.4.3 Integração projeto-obra 121

4.4.4 Qualidade de projeto 123

4.4.5 Controle de projetos nos escritórios pesquisados 129

Capítulo 5 – DIRETRIZES PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DE PROJETOS DE EDFICAÇÕES 131

5.1 Definição e sistematização dos dados de projeto 131

5.2 Controle interno aos escritórios de projeto 137

5.2.1 Autocontrole e controle interno independente 137

5.2.2 Controle dos dados durante a elaboração de projetos 139

5.2.3 Controle dos cálculos 140

5.2.4 Validação dos projetos 141

5.2.5 Controle de modificações e retroalimentação do processo 142

5.3 Controle exercido pela empresa construtora/ empreendedora 142

5.3.1 Coordenação de projetos 143

5.3.2 Análises críticas 144

5.3.3 Validação dos projetos 144

5.3.4 Registros e retroalimentação do processo 145

Capítulo 6 – CONCLUSÕES 146

6.1 Conclusões gerais 146

6.2 Conclusões quanto aos estudos de casos 147

6.3 Conclusões quanto à realização do trabalho 151

6.4 Continuidade da pesquisa 151

ANEXO – Questionário de caracterização das empresas 152

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 158

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de desenvolvimento do projeto (SOUZA, 1998) 22

Figura 2: Projetos de produtos e processos são inter-relacionados e devem ser tratados simultaneamente (SLACK et. al., 1997) 23

Figura 3: O processo de projeto segundo a ótica da gestão da qualidade (MELHADO, 2000) 52

Figura 4: Ações de gestão no processo de projeto, vistas como parte de uma estratégia competitiva (MELHADO, 1997) 55

Figura 5: Esquema de produção de projetos (FRANCO & AGOPYAN, 1993) 71

Figura 6: Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto (MELHADO, 1994; p. 189) 84

Figura 7: Fases do processo de projeto e atividades de compatibilização e análise crítica de projeto (NOVAES, 1999) 87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparações entre divisões do setor da construção civil em subsetores (PICCHI, 1993; p. 26) 16

Quadro 2: Etapas e atividades de projeto (SOUZA et. al., 1994; p. 134) 27

Quadro 3: Impacto do projeto de produto/serviço e processo nos objetivos de desempenho (SLACK et. al., 1997; p. 20) 37

Quadro 4: As quatro principais etapas da qualidade (SOUZA, 1994; p. 22) 44

Quadro 5: Componentes da qualidade de projetos (PICCHI, 1993; p. 304) 47

Quadro 6: Peculiaridades da construção que interferem na aplicação da engenharia simultânea (FABRÍCIO & MELHADO, 2000) 61

Quadro 7: Fatores básicos para o ciclo de manutenção do controle de qualidade (CAMPOS, 1992) 64

Quadro 8: Itens de inspeção e controle de recebimento de projetos (SALGADO, 2000) 68

Quadro 9: Atributos desejáveis no gerente (VALERIANO, 1998; p. 149) 80

Quadro 10: Sete potenciais causas de conflitos no gerenciamento de projetos (VALERIANO, 1998; p. 166) 85

Quadro 11: Sub-itens do requisito 4.4 da ISO 9001: controle de projeto (SALGADO, 2000) 91

Quadro 12: Caracterização geral das empresas construtoras pesquisadas 96

Quadro 13: Caracterização geral dos escritórios de projeto pesquisados 97

Quadro 14: Itens adotados pelas empresas construtoras pesquisadas quanto ao setor de suprimentos e fornecedores 100

Quadro 15: Itens adotados pelas empresas construtoras pesquisadas quanto ao planejamento da produção 102

Quadro 16: Itens adotados pelas empresas construtoras pesquisadas com relação à qualidade 111

Quadro 17: Tipos de controle adotados pelos escritórios pesquisados 129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CIC	Comissão da Indústria da Construção
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
GPEPC	Grupo de Pesquisa em Engenharia de Produção Civil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization
NORIE	Núcleo Orientado pela Inovação da Edificação
PIB	Produto Interno Bruto
Qualihab	Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo
Sinduscon-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil de Grandes Estruturas do Estado de São Paulo
TQC	Total Quality Control
TQM	Total Quality Management

RESUMO

ULRICH, H. *Controle da qualidade de projetos de edificações.* São Carlos, Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.

Discussão sobre a qualidade de projetos para edificações, com o objetivo de colaborar para o desenvolvimento de um sistema de controle da qualidade dos mesmos. A introdução dos conceitos de qualidade e produtividade no setor da construção civil é abordada segundo os princípios e teorias da Engenharia de Produção, onde destaca-se a importância do papel do projeto como sistematizador de todas as informações necessárias à execução. A qualidade do projeto influi diretamente na eficiência de todas as fases do processo de produção de edificações, e seu efetivo controle determina o sucesso da atividade de projeto. São realizados estudos de caso junto a empresas construtoras e escritórios de projeto, buscando caracterizar a atividade de projeto e analisar iniciativas de melhorias, que, juntamente com a análise do referencial teórico abordado, servem como base para a proposição de diretrizes para o controle da qualidade de projetos de edificações. Conclui-se que a atividade de projeto é um dos gargalos da construção civil e que as iniciativas de melhorias em busca de qualidade desta atividade contribuem com a evolução do setor como um todo.

Palavras-chave: controle da qualidade; projeto; edificações; construção civil.

ABSTRACT

ULRICH, H. *Quality control for building designs.* São Carlos, Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.

The quality of building designs is discussed, for the purpose of cooperate with the development of a quality control system for building designs. The introduction of quality concepts in construction is also discussed, in accordance with the principles and theories of Production Engineering. This work recognizes design activity as being the sole informative source essential to construction. The quality of the design process directly influences the efficiency of all the phases of construction, and its effective control determines the design activity success. Some case studies were carried out, aiming to identify and characterize the design activity in construction enterprises and design offices as well as identifying initiatives of quality improvement. The results of these case studies along with a theoretical analysis form the basis to propose some guidelines for the quality control in building designs. It is concluded that design activity is one of the most important phases in building construction, and that initiatives to improve its quality will contribute to the evolution of the entire construction process.

Keywords: quality control, design, buildings, construction.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A atividade de projetos tem sido motivada, assim como toda a cadeia produtiva da construção civil, a passar por um processo de modernização, visando melhorar sua qualidade. Esta motivação nasce da consciência cada vez maior dentro do setor da construção civil de que o projeto é elemento chave na obtenção da qualidade e produtividade do produto final edificação.

Assim como nos demais setores industriais, as mudanças no cenário econômico do país impõem às empresas do setor da construção civil uma reformulação de suas estratégias produtivas para que as mesmas sobrevivam em um mercado crescentemente competitivo. Estas mudanças envolvem essencialmente o advento da globalização, maior exigência dos clientes/usuários, desenvolvimentos tecnológicos, inovações por parte da indústria de materiais e componentes, mudança na cultura do setor, entre outros. Vários autores, tais como PICCHI (1993), MELHADO (1994), SOUZA et.al. (1994), FABRÍCIO (1996), ASSUMPÇÃO (1996), GUERRINI (1997), NOVAES (1996), dentre outros, têm abordado as mudanças que estão ocorrendo no setor e que exigem das empresas procedimentos de gestão rigorosamente associados à qualidade e produtividade.

Na chamada indústria seriada, onde o ambiente empresarial caracterizou-se nos últimos anos como de elevada competição e de acelerada evolução tecnológica, observa-se a introdução de novos conceitos

e uma nova postura em busca da qualidade total, da aplicação da administração participativa, de reengenharia, terceirização, engenharia simultânea, etc. Como conseqüência, as formas tradicionais de organização vêm sendo questionadas e reestudadas, em busca de maior eficiência e dinamismo.

O setor da construção civil, mais especificamente o subsetor de construção de edificações, por sua vez, apresenta um quadro diferenciado dos demais setores industriais. É considerado um setor atrasado por utilizar-se de técnicas e métodos gerenciais ultrapassados. O que acontece é que a construção possui diversas peculiaridades que a diferenciam dos demais setores industriais e que muitas vezes representam bloqueios ao seu desenvolvimento. Estas peculiaridades são apresentadas por MESEGUER (1991):

- A construção é uma indústria de caráter nômade.
- Cria produtos únicos e não produtos seriados.
- Não é possível aplicar a produção em cadeia (produtos móveis passando por operários fixos), mas sim a produção centralizada (operários móveis em torno de um produto fixo), o que dificulta a organização e o controle dos trabalhos.
- É uma indústria muito tradicional, com grande inércia às alterações.
- Utiliza mão-de-obra intensiva e pouco qualificada, sendo que o emprego dessas pessoas tem caráter eventual e suas possibilidades de promoção são escassas, o que gera baixa motivação no trabalho e perdas em qualidade.

- A construção, de maneira geral, realiza seus trabalhos sob intempéries.
- produto é único ou quase único na vida do cliente final.
- A construção emprega especificações complexas, quase sempre contraditórias e muitas vezes confusas e desta forma a qualidade resulta mal definida desde a origem.
- As responsabilidades são dispersas e pouco definidas, o que sempre origina zonas obscuras para a qualidade.
- grau de precisão com que se trabalha na construção é, em geral, muito menor do que em outras indústrias, qualquer que seja o parâmetro que se contemple: orçamento, prazo, resistência mecânica, etc.

Além destes aspectos, SOUZA et. al. (1994) e MELHADO (2000) ressaltam que a cadeia produtiva da construção civil é bastante complexa e heterogênea, contando com uma grande diversidade de agentes intervenientes e de produtos parciais gerados ao longo do processo de produção, tornando a estrutura organizacional do setor altamente fragmentada.

Com as novas mudanças no cenário econômico, entretanto, as empresas do setor começam a se preocupar em atualizar suas estratégias competitivas, para sua sobrevivência no mercado. Basicamente, existem três vertentes na atualização da construção:

- Melhoria da qualidade dos produtos finais
- Modernização tecnológica, via racionalização dos processos
- Desenvolvimento de inovações tecnológicas

Como em geral inovações tecnológicas radicais implicam em investimentos iniciais elevados, as empresas têm priorizado a busca por evolução tecnológica e organizacional dos processos construtivos tradicionais, através da *racionalização de produtos e processos.* (NOVAES, 1996)

A busca de competitividade através de estratégias competitivas baseadas em qualidade e produtividade mostrou-se uma alternativa bastante viável para atingir esse objetivo, várias empresas construtoras estão reformulando seus processos gerenciais procurando o aumento da produtividade e conseqüente redução nos custos de produção.

Segundo dados do Sinduscon-SP de setembro de 1997, a adoção de sistemas de gestão da qualidade pelas empresas da construção civil é um processo em progressão geométrica: cerca de 180 empresas já passaram pelos programas de capacitação gerencial para Gestão da Qualidade, em um período muito curto, de três anos e meio.

Em 1996 foi criado o Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (Qualihab), que pretende estabelecer normas mínimas de desempenho para construção de moradias populares. Inspirado no Qualihab, foi oficializado no início de junho de 1997 o Programa Nacional da Qualidade da Habitação. Estes são exemplos que mostram que perseguir a qualidade já é questão de sobrevivência. (MATOS, 1997)

Além disso, o setor começa a abandonar a idéia de que a qualidade de uma edificação está estritamente relacionada com a qualidade dos materiais de construção e a execução da obra. Já que o processo de produção

envolve várias fases, a adoção de um sistema da qualidade apenas durante a fase de execução gera um processo deficiente e dificilmente atingirá todos os seus objetivos de desempenho. (NOVAES, 1996)

Segundo GUS (1997), fundamental na implementação de programas de qualidade é a visão sistêmica do processo, que de certa forma é uma decorrência natural da busca pela melhoria da qualidade pelas empresas. *"'A medida que elas obtém algum avanço, esbarram, via de regra, em limitações geradas pela abordagem parcial dos seus processos, onde o todo depende das partes. O resultado global pode, inclusive, não ser alterado por mudanças isoladas."*

O principal desafio encontrado pelas empresas na adoção de programas de gestão da qualidade e evolução organizacional do setor é a integração entre as diversas fases do empreendimento, bem como a gestão das interfaces entre competências dos diferentes agentes. Segundo MELHADO (2000), o processo de produção de edifícios é caracterizado por uma sucessão de fases, com níveis de decisão hierarquizados, responsabilidades dispersas e baixo grau de integração entre os agentes. Para obtenção de níveis satisfatórios de qualidade durante o empreendimento como um todo, é fundamental que exista coerência e continuidade entre as diversas fases. Caso contrário, as medidas adotadas para melhoria da qualidade serão perdidas na passagem de uma fase para outra, ou ao longo de uma mesma fase.

As fases anteriores à execução, de planejamento e projeto, mostram-se fundamentais na busca pela melhoria do processo de produção como um

todo e da qualidade do produto final, já que têm influência decisiva nas demais etapas. É durante a fase de projeto que são estabelecidas todas as características finais do edifício. Também as soluções adotadas no projeto vão definir a eficiência da fase de execução, através da escolha coerente de métodos construtivos e detalhamento adequado para minimizar erros e improvisações no canteiro de obras.

1.1 JUSTIFICATIVA

"Diante de um mercado mais exigente e com margens de lucro cada vez menores, para que uma empresa de incorporação e construção de edifícios possa desenvolver uma estratégia competitiva baseada na qualidade e produtividade, que exiba coerência ao longo do tempo, dando assim continuidade às iniciativas de melhor estruturação da empresa em relação à sua atividade produtiva, a gestão do processo de projeto deverá ter um papel bastante significativo." (MELHADO, 1997)

Assim, é importante que o projeto seja elaborado de maneira a atender todas as especificações de desempenho, as necessidades dos clientes e que o seu próprio processo de elaboração seja feito da forma mais eficiente possível, bem como deve contemplar considerações sobre os custos envolvidos durante todo o processo de produção. Disso decorre a necessidade de haver na fase de projeto metodologias para garantia e

controle da qualidade do mesmo, onde a inserção de conceitos provenientes da engenharia de produção mostram-se bastante úteis.

FORMOSO (1999) discute a aplicação de conceitos, princípios e metodologias da engenharia de produção na construção civil. Segundo o autor, conceitos de administração de empresas e engenharia de produção deveriam fazer parte da formação básica do engenheiro civil. Conceitos de TQC (*Total Quality Control)* e *lean production* – ou *lean construction* na construção civil – já estão sendo absorvidos com sucesso pelo setor, abrangendo também outros conceitos muito utilizados na indústria tais como: *just in time*, qualidade total, benchmarking, reengenharia, engenharia simultânea, etc.

Em sua dissertação de mestrado, GUERRINI (1997) utilizou conceitos da indústria metal-mecânica desenvolvendo e estruturando um Sistema de Administração da Produção voltado para a construção civil. Após a aplicação num conjunto de 25 obras, obteve resultados importantes no tocante a redução de custos, cumprimento de prazos e qualidade.

Porém, a obtenção da qualidade a partir da fase de projeto não faz parte da cultura disseminada no setor. Os problemas da falta de sistematização e racionalização de projetos são amplamente conhecidos e comuns: falta de compatibilização entre os projetos, normas e critérios desajustados da realidade, ausência de critérios de coordenação, entre outros. Como conseqüência, a desorganização da atividade de projeto constitui uma forma de bloqueio à inovação tecnológica e à racionalização progressiva do setor como um todo. (SARLI, 1981)

BARROS; SOUZA (1996) apud BAÍA; MELHADO (1998) destacam alguns problemas relacionados com a obtenção da qualidade do projeto de edifícios, tais como:

- trabalho não sistematizado e descoordenado dos diversos projetistas participantes de um empreendimento;
- dificuldades em alterar a forma de projetar, muito voltada ao produto, ou seja, ausência de um projeto da produção;
- falta de padrões e procedimentos para contratação de projetistas;
- realização de uma compatibilização final de projetos e não da sua real coordenação ao longo de seu desenvolvimento;
- falhas no fluxo de informações internas à empresa construtora, prejudicando o processo de retroalimentação para projetos futuros.

Cabe ainda ressaltar a grande influência que a fase de projeto exerce sobre o custo final do empreendimento, tendo, entretanto um baixo custo direto, o que muitas vezes encobre sua real importância. Quanto antes uma falha for detectada no ciclo de produção do produto/edifício, menor será o custo para sua correção, de tal forma que as vantagens do controle de qualidade aparecem ainda maiores nas etapas iniciais, de planejamento e projeto. (TZORTZOPOULOS, 1999)

Portanto, torna-se claro que é possível melhorar o desempenho do processo de produção de edificações com investimentos relativamente reduzidos através do gerenciamento e melhoria da qualidade no processo de projeto.

O efetivo controle da qualidade de projetos, inserido em um sistema de garantia da qualidade do processo de projeto, é de fundamental importância para obtenção da qualidade do produto final e do processo de produção de edificações como um todo, pois possibilita reduzir riscos, na medida em que define de forma clara as responsabilidades entre os participantes do processo de produção, aumentar a participação das empresas no mercado, reduzir custos e aumentar os lucros.

1.2 OBJETIVOS E HIPÓTESES

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de controle da qualidade de projetos na construção de edificações, levando em consideração o referencial teórico da engenharia de produção.

1.2.2 Objetivos específicos

a) discutir os conceitos de projeto e qualidade do processo de projeto, considerando a inserção destes conceitos no setor da construção civil;

b) avaliar a contribuição potencial do controle da qualidade de projetos para a melhoria da qualidade do processo de produção de edificações, bem como os fatores envolvidos para a obtenção do mesmo;
c) a partir da análise teórica e da observação do desenvolvimento do processo de projeto em empresas construtoras e escritórios de projeto, propor um conjunto de diretrizes para a elaboração de um sistema de controle da qualidade de projetos para edificações.

1.2.3 Hipóteses de trabalho

Para que os objetivos propostos possam ser atingidos, foram estabelecidas duas hipóteses principais, facilitando o desenvolvimento do trabalho:

a) Os conceitos e princípios da Engenharia de Produção constituem um referencial teórico adequado para o desenvolvimento de um sistema de controle da qualidade de projetos para edificações;
b) Considerando a importância que exerce a qualidade do projeto sobre a qualidade do processo de produção de edificações como um todo, pode-se aumentar substancialmente a eficiência do mesmo através do um efetivo controle da qualidade do projeto.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia adotada subdivide o trabalho em duas etapas principais, referentes a uma revisão bibliográfica e a realização de uma pesquisa de campo.

A revisão bibliográfica dentro dos temas *projeto, qualidade* e *construção de edifícios* estabelece o quadro teórico de suporte ao desenvolvimento da pesquisa de campo e devidas análises para atingir os objetivos propostos.

Foram realizadas entrevistas junto a empresas construtoras e escritórios de projeto, com a finalidade de caracterizar a atividade de projeto, analisando possíveis melhorias no seu desenvolvimento.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Após esta introdução, que contextualiza o trabalho, no segundo capítulo, são abordados os temas centrais do trabalho: qualidade de projeto e construção civil, sendo estabelecida a relação entre eles no caminho da evolução do setor. É abordado o conceito de projeto, bem como seu papel dentro do processo de produção de uma edificação. Também são caracterizados os setores da construção civil e, especificamente, o sub-setor de edificações, além do conceito de qualidade e sua relação com o projeto.

O terceiro capítulo trata da garantia e controle da qualidade, relacionados ao processo de projeto, conceituando e identificando suas principais atividades.

No capítulo quatro são abordado os estudos de casos: as experiências e observações junto às empresas construtoras e escritórios de projeto.

São propostas diretrizes para o controle da qualidade de projetos para edificações no capítulo cinco, baseadas nas observações práticas e no estudo teórico.

Por fim, no capítulo seis, serão discutidas as conclusões do trabalho, incluindo propostas para prosseguimento da pesquisa.

CAPÍTULO 2
O PROCESSO DE PROJETO
E A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

2.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O peso que o setor da construção civil representa na economia do país pode ser demonstrado por sua participação no PIB, por seu efeito multiplicador sobre outros setores da economia e por sua condição de formador de grande parte do investimento bruto nacional. Segundo dados da CIC – Comissão da Indústria da Construção/ FIESP (1998), a participação do setor no PIB subiu de 7,8% em 1990 para 9,2% em 1996. O Construbusiness – macrocomplexo industrial formado pelo setor de construção civil, o segmento de materiais de construção, bens de capital e serviços diversos – representou 14,8% do PIB em 1996 e sua fatia no investimento bruto do país chega a 2/3 do total, superando R$ 90 bilhões por ano, em média. O setor da construção apresentou um índice de encadeamento de R$ 48,05 bilhões para trás e R$ 5,05 bilhões para frente em 1995, demonstrando seu efeito multiplicador em outros setores da economia.

O setor da construção civil é subdividido em subsetores, porém de acordo com diferentes proposições. PICCHI (1993) apresenta classificações propostas segundo a Fundação João Pinheiro, o IBGE – Censo da

Construção (1985) e a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 8959, mostradas no quadro 1.

MARTUCCI (1990) divide a construção civil em subsetores que dão suporte às atividades produtivas, a saber:

a) Subsetor de componentes e materiais de construção: baseado em processo de extração e transformação de recursos naturais onde há uma grande quantidade de empresas em diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico. A falta de padronização dos materiais e componentes utilizados na construção civil brasileira é um dos principais responsáveis pelo desperdício e ausência de modulação nos projetos.

b) Subsetor de máquinas, equipamentos, ferramentas e instrumentos: responsável pelo desenvolvimento e produção das máquinas e demais utensílios que dão suporte aos processos construtivos. As empresas de fabricação de máquinas e equipamentos são, em geral, de médio e grande porte e empregam relativamente uma ampla base tecnológica em seus produtos e processos.

c) Subsetor de processo, produção e montagem de produtos finais: corresponde às atividades de construção propriamente dita. Através de projetos e construção de inúmeros tipos de obras (estradas, pontes, edificações, etc.), são processadas as atividades produtivas finais do setor. É o subsetor que encontra-se atrasado na construção civil brasileira. Na fase de projeto não há especificação adequada dos materiais a serem utilizados. O desenvolvimento do subsetor deveria contemplar o planejamento do sistema produtivo através de elaboração

da política da produção, estudo tecnológico do sistema construtivo, definição do fluxo tecnológico, elaboração da trajetória da obra, caracterização dos processos de trabalho, elaboração do orçamento e da programação.

MARTUCCI (1990) classifica as edificações, as construções pesadas, a infra-estrutura urbana e as montagens industriais como produtos gerados pelo setor da construção civil.

Assim como PICCHI (1993), entre outros autores, para fins deste trabalho é adotada a divisão proposta pela Fundação João Pinheiro (quadro 1), por ser a que mais se aproxima da forma como as empresas atuam no mercado, concentrando-se no subsetor edificações.

2.1.1 O sub-setor edificações

Segundo dados apresentados por PICCHI (1993), o subsetor edificações corresponde ao segmento da construção civil onde a maioria das pequenas e médias empresas atuam. É responsável por 90,29% do número de empresas da construção civil e 82,28% do total de empregos no setor.

Quadro 1: Comparações entre divisões do setor da Construção Civil em sub-setores (PICCHI, 1993, p. 26)

Fundação João Pinheiro (1984)	IBGE – Censo da Construção (1985)	Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – NBR 8959 (1985)
• **Edificações** Residenciais, comerciais, institucionais, industriais, partes das edificações, serviços complementares à edificação • **Construção Pesada** Infra-estrutura viária, urbana e industrial; obras de arte; obras de saneamento; barragens hidroelétricas; usinas atômicas • **Montagem Industrial** Montagem de estruturas para instalação de indústrias; sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica; sistemas de telecomunicações; sistema de exploração de recursos naturais.	• **Incorporação de imóveis e loteamentos** Incorporação de imóveis e loteamentos, quando associados à construção Incorporação de imóveis e loteamentos, quando não associados à construção • **Obras** Edificações; obras viárias; grandes estruturas e obras de arte; montagens industriais; obras de urbanização; outros **Serviços da construção** Construção de etapas específicas de obras; serviços diversos; outros.	• **Obras de edificações** habitacionais; comerciais e/ou administrativas; industriais; culturais e desportivas; estações e terminais; de assistência médico-social; outros • **Obras viárias** rodovias e infra-estutura rodoviária; ferrovias e infra-estrutura ferroviárias; hidrovias e infra-estrutura portuárias; pistas e infra-estruturas aeroportuárias; outros • **Obras hidráulicas** barragens, sistemas de saneamento, sistemas de irrigação, sistemas de drenagem, outras. **Obras de sistemas industriais** Implantação de indústrias de transformação; sistemas de exploração e transporte de recursos naturais; sistemas de geração e transmissão de energia; sistemas de comunicações; outros. • **Obras de urbanização** logradouros; infra-estrutura urbana; paisagismo e ambientação urbana, outros. • **Obras diversas** terraplenos; minas, poços e galerias; contenções; outros.

ROSSI (1999) caracteriza o subsetor:

- produto heterogêneo e demanda correlacionada com renda;

- intensivo em mão-de-obra de baixa qualificação profissional;
- diversidade tecnológica, pouca mecanização e utilização de processos tradicionais e técnicas simples;
- envolvimento de diversos atores, entre eles os agentes financeiros e promotores, órgãos públicos, projetistas, fabricantes de material, construtores e incorporadores e outros órgãos de apoio;
- emprego de materiais variados;

  déficit elevado de habitações.

Todas estas características, às quais FABRÍCIO (1996) acrescenta: *"alta lucratividade com a renda da terra, longo período de retorno dos capitais investidos, instabilidade do mercado, abundância de mão-de-obra não qualificada e barata, cultura tradicional do setor, variabilidade do processo construtivo, etc."*, mostram que o setor da construção civil possui peculiaridades e diferenças dos demais setores industriais, as quais surgem como inibidoras de progressos tecnológicos e organizacionais no setor.

A comparação da construção civil, e em particular a construção de edifícios, com a indústria de transformação, mostra relativo atraso, que pode ser caracterizado por diversos indicadores, dentre os quais FARAH (1988) apud PICCHI (1993) destaca:

- "*base manufatureira da produção caracterizada pela sobrevivência da estrutura de ofícios, pelo baixo grau de mecanização e pelo uso intensivo de mão-de-obra;*
- *baixa produtividade;*
- *alta incidência de problemas de qualidade do produto final (patologias);*

- *ocorrência significativa de desperdícios ao longo da produção;*
- *predomínio de condições de trabalho adversas (higiene e segurança do trabalho, utilização intensiva de horas extras, etc.).*"

No entanto, várias são as mudanças que ocorrem atualmente no subsetor. Observa-se um grande número de iniciativas e experiências de programas de racionalização, eliminação de desperdícios, melhoria da qualidade e produtividade por parte das empresas de construção, além de diversos Congressos, palestras, cursos e artigos técnicos relacionados com a qualidade na construção civil no Brasil. Este movimento pela qualidade, embora apareça ainda de forma localizada, é reflexo da ênfase pela qualidade que vem ocorrendo em todos os setores produtivos e sinal de que a conscientização começa a ser presente no setor.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO

2.2.1 Definições de projeto

Diversos autores descrevem o projeto de diferentes formas em função de diferentes contextos e também pela variedade de tipos de projetos existentes. A principal semelhança entre as definições de projeto é a ênfase na criação de objetos ou lugares, e assim, a tarefa de projetar pode ser descrita como a produção de uma solução (ênfase no produto) e também como a resolução de problemas (ênfase no processo). (TZORTZOPOULOS, 1999)

POMERANZ (1988) define projeto como *"um conjunto sistemático de informações que serve de base para a tomada de decisões relativas à alocação de um certo montante de recursos."* Destaca também a necessidade de capacidade de gerência "*pois, em caso contrário, a própria elaboração do projeto, concebido como uma atividade racional tendente a maximizar os resultados de uma aplicação de recursos, perderia sentido."*

VALERIANO (1998) entende o projeto como um conjunto de ações executadas de forma coordenada por uma organização transitória, ao qual são alocados os insumos necessários para, em um dado prazo, alcançar um objetivo determinado. Segundo o autor, o projeto caracteriza-se por:

- ter objetivo definido, não repetitivo e que pode ser medido física e financeiramente;
- ser limitado no tempo; e
- dar origem a uma atividade ou por concorrer para a expansão de uma atividade existente.

Outros aspectos importantes são fornecidos por SLACK et al. (1997):

- *"O objetivo da atividade de projeto é satisfazer as necessidades dos consumidores*
- *A atividade de projeto aplica-se tanto a produtos (ou serviços) como a sistemas (que chamamos de processos).*
- *A atividade de projeto é em si mesma um processo de transformação.*
- *projeto começa com um conceito e termina na tradução deste conceito em uma especificação de algo que pode ser produzido."*

Os autores enumeram os quatro *aspectos do projeto*, que caracterizam a natureza da atividade de projeto:

- *Criatividade.* O projeto exige a criação de algo novo (desde uma variante de um projeto existente a um conceito completamente novo).
- *Complexidade.* O projeto envolve decisões sobre um grande número de parâmetros e variáveis.
- *Compromisso.* O projeto exige o balanceamento de requisitos múltiplos e algumas vezes conflitantes como desempenho e custo; aparência e facilidade de uso; materiais e durabilidade).
- *Escolha.* O projeto exige fazer escolhas entre diversas soluções possíveis para um problema em todos os níveis desde o conceito básico até o menor detalhe de cor ou forma.

TZORTZOPOULOS (1999) apresenta outras definições: a Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (ASBEA) define que *"a palavra projeto significa, genericamente, intento, desígnio, empreendimento e, em sua concepção técnica, um conjunto de ações caracterizadas e quantificadas, necessárias a concretização de um objetivo"*. Segundo a norma NBR 5670 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), projeto significa *"definição qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço ou obra de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, discriminações técnicas, cálculos, desenhos, normas, projeções e disposições especiais"*. Por sua vez a norma NBR 13.531 da ABNT define a elaboração do projeto de edificação como a *"determinação e representação*

prévias dos atributos funcionais, formais e técnicos de elementos de edificação a construir, a pré-fabricar, a montar, a ampliar, (...) abrangendo os ambientes exteriores e interiores e os projetos de elementos da edificação e das instalações prediais".

2.2.2 Projeto do produto e projeto da produção

MELHADO (1997) define que, para atender à necessidade de transmissão das características físicas e tecnológicas da obra, o projeto deve ser entendido como mais do que a elaboração de desenhos e memoriais que descrevem o produto, ou seja, *"não pode ser compreendido apenas como ele é visto pela Arquitetura ou especialidades da Engenharia, mas sim como uma atividade multidisciplinar, envolvendo desde análises de marketing, análise de custos, até decisões acerca da tecnologia e do processo de produção."*

Dessa maneira, a atividade de projeto pode ser dividida em projeto do produto e projeto da produção. Apesar de geralmente serem tratadas separadamente, elas são (ou deveriam ser) claramente inter-relacionadas. A figura 1 ilustra a relação entre as fases do processo de projeto, que devem ser realizadas por uma equipe multidisciplinar, sob a orientação do coordenador do projeto.

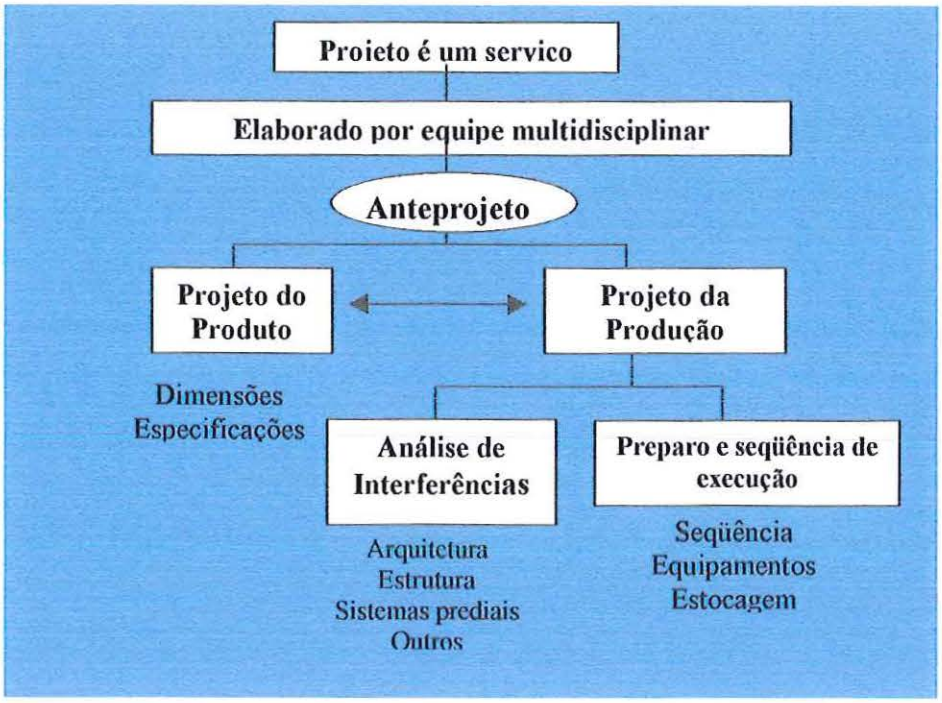

Figura 1: Esquema de desenvolvimento do projeto (SOUZA & MELHADO, 1998)

O conceito de projeto da produção envolve uma etapa tradicionalmente negligenciada do ciclo de produção de edificações, ou seja, a especificação e o planejamento da produção através de *layouts* de produção, definição e controle de procedimentos de trabalho, dimensionamento de máquinas, etc. (FABRÍCIO, 1996)

Este conceito envolve a idéia de simultaneidade entre a equipe de projeto e a participação do grupo de projeto para a produção, gerando a interface necessária entre as fases de projeto e execução e garantindo a retroalimentação de informações. Segundo MARTUCCI (1990), o projeto da produção, exercendo esta conexão entre projeto do produto e a execução, pode detectar falhas nos projetos (do produto), principalmente no tocante à racionalização do produto quanto à produção.

SLACK et. al. (1997) alertam que pequenas mudanças no projeto do produto podem representar grandes alterações no modo de produção, enquanto o projeto da produção pode, por sua vez, restringir a liberdade dos projetistas do produto. A figura 2 mostra este inter-relacionamento.

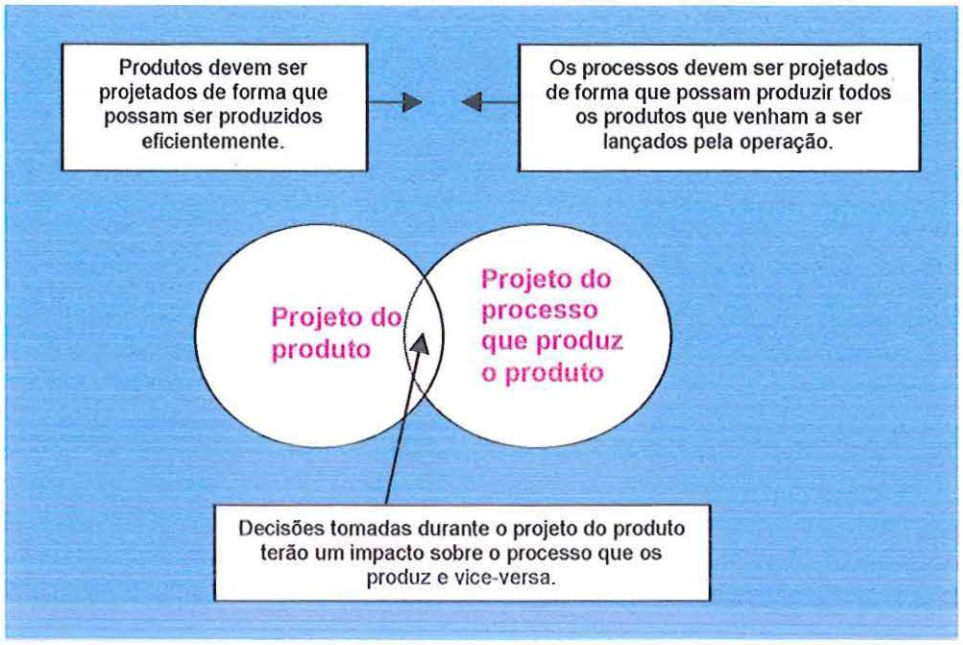

Figura 2: Projetos de produtos e processos são inter-relacionados e devem ser tratados simultaneamente. (SLACK et. al., 1997)

Como princípio básico, a elaboração do Projeto do Produto deve compreender: (MARTUCCI, 1990)

Atendimento aos requisitos, condições e parâmetros dados pelas características regionais e capacidade tecnológica instalada. Ou seja, é necessário levantar e analisar os elementos de projeto relativos a história, cultura, clima, topografia, recursos naturais, potencial tecnológico e industrial, etc., de cada região.

Atendimento aos requisitos funcionais e ambientais, os quais dizem respeito ao *uso* da edificação e abrangem tanto requisitos econômicos quanto de habitabilidade.

Atendimento aos princípios da racionalização do produto quanto a sua produção. Esta racionalização está diretamente ligada às práticas de projeto que levem em conta os princípios da padronização, modulação, precisão, normalização, permutabilidade, mecanização, repetitividade, divisibilidade e transporte.

O projeto da produção compreende a definição das atividades de execução e sua sequência tecnológica de produção, através das políticas e estratégias produtivas do desenvolvimento do processo de trabalho e da organização e planejamento da produção. Assim, surge na construção de edificações a necessidade de uma série de projetos para produção ou projetos complementares de execução, buscando a economia de materiais e esforços na produção de determinado componente ou subsistema construtivo. Podemos citar como exemplos: projetos de fôrmas, de alvenaria, de kits hidráulicos, etc., funcionando mais como elemento de racionalização da produção que de caracterização do produto propriamente. (FABRÍCIO, 1996)

2.2.3 Etapas do processo de projeto

MARKUS & ARCH (1973) apud TZORTZOPOULOS (1999) reconhecem dois padrões básicos nas descrições do processo de projeto. O primeiro é o processo criativo, que descreve a seqüência de tomada de decisões que ocorre individualmente para cada projetista. O segundo é o processo gerencial, descrito através da subdivisão do processo em etapas, que divide o tempo de tomada de decisões em fases que se desenvolvem do geral e abstrato ao concreto e detalhado.

A caracterização do processo de projeto em etapas envolve o desenvolvimento de uma série de atividades técnicas. A nomenclatura utilizada para especificar estas etapas (algumas vezes denominadas fases do processo de projeto), bem como a estrutura geral do processo de projeto varia consideravelmente segundo diversos autores: MARTUCCI (1990), MELHADO (1994), NOVAES (1996), TZORTZPOULOS (1999), FONTENELLE & MELHADO (2000), SOUZA et. al. (1994), entre outros.

FONTENELLE & MELHADO (2000) apontam, dentre alguns pontos comuns nas definições das etapas do processo de projeto, a posição do Projeto Legal como uma espécie de "divisor de águas". As fases anteriores ao Projeto Legal são caracterizadas por uma intensa troca de informações, buscando a conformação "macro" do produto, enquanto nas fases posteriores o enfoque é de consolidação das principais decisões tomadas e detalhamentos, para fins da atividade de execução.

O processo de projeto pode ser dividido em três etapas gerais: estudo preliminar, anteprojeto e projeto definitivo (ou projeto executivo). Uma outra etapa, desenvolvida em paralelo com o anteprojeto, é a de projetos legais, elaborados para aprovações necessárias em órgãos públicos e concessionárias. (TZORTZOPOULOS, 1999)

A descrição das principais atividades de cada etapa do projeto é apresentada por SOUZA et. al. (1994) e mostradas no quadro 2. Segundo os autores, os objetivos desta divisão do processo de projeto são:

- Definir o escopo e conteúdo de cada projeto, com os elementos técnicos a ele relacionados, etapas do trabalho, informações necessárias ao seu desenvolvimento e resultados a serem obtidos.
- Normalizar os procedimentos para a elaboração coordenada dos projetos.
- Visualizar a complexidade e a necessidade de interação entre as diferentes especialidades de projeto.
- Otimizar a definição de um cronograma e o detalhamento da estimativa de custos das obras através de projetos bem concebidos e detalhados.
- Uniformizar e padronizar os procedimentos e critérios de contratação e remuneração dos serviços.
- Proporcionar o controle da qualidade do projeto.

A partir da identificação das atividades do processo de projeto, das características da qualidade a serem atingidas e da definição de indicadores de qualidade é que serão definidos os itens de controle da qualidade para os mesmos.

Quadro 2: Etapas e atividades de projeto (SOUZA et. al., 1994; p. 134)

ETAPAS DE PROJETO	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS/OBJETIVOS	RESPONSABILIDADES
Levantamento de dados	Levantamento de informações e dados com o objetivo de caracterizar o produto, condições preexistentes e restrições para elaboração do projeto. A avaliação dos dados permite verificar o potencial construtivo e alcançar os objetivos do cliente.	Documentação providenciada pelo cliente ou pelo escritório responsável pelo projeto de arquitetura.
Programa de necessidades	Determinação das exigências de caráter prescritivo ou de desempenho (necessidade e expectativas dos usuários) a serem satisfeitas pela edificação, tanto em seus aspectos qualitativos como quantitativos.	Definido pelo cliente, aprofundado e complementado pelo projetista de arquitetura
Estudo de viabilidade	Análises e avaliações do ponto de vista técnico, legal e econômico que promovam a seleção e recomendação de alternativas para a concepção dos projetos. Permite verificar se o programa, terreno, legislação, custos e investimentos são executáveis e compatíveis com os objetivos do cliente.	Elaborado por grupo multidisciplinar composto por cliente, incorporadores, construtores e projetistas (arquitetura, fundações, estruturas, instalações, etc.)
Estudo preliminar ou estudo de massa	Representação de configuração inicial da edificação, considerados os dados do levantamento inicial. Pode ser apresentado sob a forma de modelos volumétricos (número de edificações, pavimentos, etc.) sem caracterizar definitivamente o projeto. Tem como objetivo a aprovação do partido proposto.	Apresentado pelo projetista de arquitetura, podendo estar incluídas soluções alternativas a serem avaliadas e escolhidas pelo cliente.
Anteprojeto	Representação das informações técnicas para o detalhamento da edificação e inter-relacionamento das demais atividades técnicas que foram iniciadas a partir da aprovação do estudo preliminar. Os produtos obtidos devem ser suficientes para a elaboração de uma estimativa de custos e de um cronograma para execução.	Desenvolvido pelo projetista de arquitetura e pelos demais projetistas de outras atividades envolvidas, em especial fundações, estruturas, instalações hidráulicas e elétricas.
Projeto legal	Informações para análise e aprovação da concepção da edificação pelas autoridades competentes dos órgãos públicos, observando-se suas exigências legais. Tem como objetivo obter as licenças e os alvarás para execução de obras, e pode ser desenvolvido concomitante ou posteriormente ao anteprojeto.	Elaborado por escritório de arquitetura e pelos projetistas complementares no caso de aprovação de projetos junto à concessionárias de serviço público, cabendo muitas vezes à construtora seu encaminhamento.

Projeto pré-executivo	Desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico de forma a permitir a verificação com os anteprojetos complementares. Constitui-se de documentação para elaboração de estudos prévios à execução definitiva e obtenção de subsídios para quantificação de materiais, mão-de-obra, procedimentos técnicos construtivos e tecnologias.	Cada projetista elabora seu projeto específico, e à coordenação de projetos cabe a compatibilização.
Projeto básico	Projeto de pré-execução compatibilizado com todas as interferências, visando a licitação e contratação dos serviços de execução e melhor elaboração de custos e prazos de execução. Deve ser precedido por estudos sócio-econômicos, de impacto ambiental, etc. e sucedido pelo projeto executivo e seu detalhamento.	Responsabilidade de todos os projetistas envolvidos em atividades técnicas a serem executadas no empreendimento.
Projeto executivo	Desenhos técnicos em escala conveniente contendo as soluções, detalhes definitivos e informações de todos os projetos técnicos a serem executados em obra.	Elaborado por profissionais que desenvolveram atividades técnicas a serem executadas em obra.
Detalhes de execução/ detalhes construtivos	Desenhos complementares apresentados em escalas ampliadas para melhor compreensão dos elementos do projeto executivo no momento de execução.	Elaborado por profissionais que desenvolveram projetos a serem executados em obra.
Caderno de especificações	Informações complementares quanto às especificações técnicas e detalhadas dos materiais previstos em obra (fabricantes, dimensões, cores, modelos, etc.), suas condições de execução, locais de aplicação e padrão de acabamento.	Desenvolvidos pelos projetistas responsáveis por uma atividade técnica.
Coordenação Gerenciamento de projetos	Organização, programação, estabelecimento de critérios, prioridades, métodos e cronogramas de trabalho para elaboração e compatibilização dos projetos, principalmente para evitar problemas posteriores junto à execução de obras.	Desenvolvido por escritório responsável pelo projeto arquitetônico, empresa construtora ou consultoria específica.
Assistência à execução	Consulta específica ao escritório do projetista ou visitas periódicas à obra para orientação geral, verificação da compatibilidade do projeto com a execução, esclarecimento de dúvidas, questões relativas à substituição de materiais ou necessidade de alterações ou complementações do projeto.	Profissionais responsáveis por projetos em execução e que sejam solicitados pela empresa construtora.
Projeto *as built*	Conjunto de desenhos do projeto executivo revisados e elaborados conforme o que foi executado em obra, para atualização e recomendações de manutenção.	Profissionais que desenvolveram os projetos executados em obra.

TZORTZOPOULOS (1999), após analisar diferentes modelos do processo de projeto, apresenta a seguinte proposição:

- Planejamento e concepção do empreendimento: etapa destinada à concepção, definições, análise e avaliação do conjunto de informações técnicas e econômicas iniciais e estratégicas do empreendimento. As principais atividades desta etapa são: a) definição do produto/ busca de oportunidades de negócios; b) levantamento de dados e documentação; c) estudo numérico para avaliação do potencial construtivo do terreno; d) definição da tipologia do empreendimento/ estudo de viabilidade econômica, financeira e legal.
- Estudo preliminar: etapa destinada à representação do conjunto de informações técnicas iniciais e aproximadas, necessárias à caracterização geral da edificação, levando em consideração as necessidades dos clientes potenciais do empreendimento. As principais atividades desta etapa são: a) programa de necessidades; b) levantamento expedito, definido pela reunião das informações necessárias e suficientes para o desenvolvimento do estudo preliminar; c) definições técnicas; d) lançamento, avaliação e aprovação de alternativas; e) negociação do terreno.
- Anteprojeto: destinada à concepção e à representação das informações técnicas e legais da edificação e de seus elementos, sistemas e componentes, necessários aos inter-relacionamentos das atividades técnicas de projeto e suficientes à elaboração de estimativas aproximadas de custos. As principais atividades desta etapa são: a)

primeiro desenvolvimento do anteprojeto; b) anteprojeto do *layout* de canteiro; c) análise técnica com projetistas e setor de produção/ reformulação de diretrizes técnicas; d) primeiro lançamento dos projetos estrutural e de sistemas prediais; e) compatibilização entre os primeiros lançamentos e o projeto de arquitetura; f) análise legal/ análise financeira e mercadológica.

- Projeto legal de arquitetura: destinada à representação das informações técnicas necessárias à análise e aprovação da concepção da edificação pelas autoridades competentes, com base nas exigências legais, e também destinada à obtenção das licenças e documentos indispensáveis para as atividades de construção. As principais atividades desta etapa são: a) montagem do projeto para aprovação legal; b) entrada e acompanhamento da tramitação do projeto legal na prefeitura; c) fornecimento do material de lançamento do empreendimento; d) montagem do registro de incorporação; e) comercialização do empreendimento/ exposição do produto e levantamento de informações dos clientes potenciais.
- Projeto executivo: destinada à concepção e representação final das informações técnicas da edificação e de seus elementos, sistemas e componentes, completas e bem definidas, bem como de parte de seu processo de produção. As principais atividades desta etapa são: a) contratação dos projetistas/ desenvolvimento do projeto estrutural; b) laudo de vistoria do terreno; sondagem, projeto de *layout* do canteiro e detalhamento das instalações; c) projeto de fundações; d) projeto de

fôrmas, alvenaria de blocos, rede elétrica e telefônica, rede hidro-sanitária e demais projetos; e) compatibilização; f) revisão do projeto de *layout* de canteiro e aprovação legal dos projetos estruturais e de sistemas prediais; g) primeira etapa de modificações dos condôminos, h) detalhamento dos projetos estrutural, de sistemas prediais e arquitetônico.

- Acompanhamento de obra: engloba o acompanhamento técnico da execução da obra por parte dos profissionais da área de projeto, a avaliação do projeto por parte do setor da produção, os registros de modificações de projeto e a elaboração do projeto como construído (ou *as built)*. As principais atividades desta etapa são: a) visitas à obra; b) registro de alterações de projeto; c) pedido de informações de projeto adicionais para execução; d) registro de retrabalho; e) modificação de projeto solicitada pela obra; f) projeto *as built*; g) reaprovação de projetos; h) montagem do manual de uso e manutenção do imóvel; i) análise e registro em banco de dados (*feedback* para novos empreendimentos); j) entrega da obra.

Acompanhamento de uso: avaliação do desempenho da edificação construída com relação à satisfação do cliente final, e também a avaliação dos resultados financeiros do empreendimento, considerando problemas de manutenção e reparos ocorridos. As principais atividades desta etapa são: a) primeira e segunda avaliação da satisfação dos clientes finais; b) atendimento pós-obra; c) análise financeira: obra e manutenção; d) retroalimentação (*feedback)*.

Em todos os modelos, a etapa do processo de projeto pode ser simplificada em quatro fases principais: estudos de viabilidade (concepção do empreendimento), estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo (ou projeto detalhado). Para os objetivos deste trabalho será adotada esta simplificação.

2.2.4 A importância do projeto no processo de produção

O processo de projeto pode ser considerado um "gargalo" na construção civil, já que é durante esta fase que as principais decisões são tomadas em relação à forma e tamanho da edificação, tipo de construção, custos e tempos. As soluções de projeto têm amplas repercussões em todo o processo de construção e na qualidade do produto final. A qualidade do projeto, além de influenciar a eficiência da obra, é fator determinante na decisão de compra do cliente, e portanto, a concepção e desenvolvimento do produto devem ser baseados na identificação das necessidades dos clientes em termos de desempenho e custo. (SOUZA et. al., 1994)

BAÍA & MELHADO (1998) apontam o projeto como ferramenta valiosa para: *"diminuir os custos de produção, obter o desempenho esperado do produto, reduzir a ocorrência de falhas no processo de produção e no produto, e otimizar as atividades de execução, introduzindo decisões com embasamento tecnológico."*

Além de possibilitar a melhoria da qualidade ao longo das fases subsequentes, a fase de projeto assume papel potencial na introdução da maioria das medidas que visam a racionalização da construção, segundo FRANCO & AGOPYAN (1993), pois o custo destas medidas quando implementadas na fase de projeto é quase sempre muito menor que as implementadas nas fases posteriores.

Os autores destacam que a construtibilidade é, dentre os princípios empregados para o desenvolvimento do projeto, aquele que fundamenta as medidas de racionalização do processo construtivo. E apresentam a definição de construtibilidade dada pelo CII ("Construction Industry Institute"): "*É o uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e da operação em campo para se atingir os objetivos globais do empreendimento.*"

A construtibilidade resulta em racionalização do processo pois, como considera a importância da experiência construtiva e a integração do projeto e construção numa visão holística, torna mais efetiva a aplicação de recursos na construção.

GRIFFITH (1987) apud FRANCO &AGOPYAN (1993) aponta cinco princípios de racionalização na fase de projeto:

- construir numa mesma seqüência;
- reduzir o número de operações na construção;
- simplificar o projeto dos elementos;
- padronizar os componentes da construção;
- coordenar dimensionalmente os materiais.

O'CONNOR; RUSCH & SCHULZ (1987) apresentam os seguintes conceitos para incrementar a construtibilidade:

- planejamento e programação orientado às necessidades da construção;
- simplificação dos projetos;
- padronização;
- modulação e pré-montagens;
- acessibilidade ("manuseabilidade");
- projeto orientado para condições ambientais diversas;
- especificações.

MELHADO (1994) afirma, no entanto, que apenas uma parte das empresas construtoras entende que o *projeto* tem participação fundamental na obtenção da qualidade de um edifício. Em geral 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.*" Vários autores trazem em seus trabalhos dados que mostram que uma grande parte dos problemas patológicos dos edifícios são atribuídos a falhas de projeto, chegando até a 50% do total de patologias. (PICCHI, 1993; MELHADO, 1994; NOVAES, 1996; ROSSI, 1999; MESEGUER, 1991)

Um projeto mal detalhado também acarretará dificuldades para um bom planejamento e gerenciamento da execução, segundo GUERRINI (1997), "*a empresa passa ao encarregado o desenho do produto e ele é obrigado a decifrar e fazer todo o planejamento da execução. A mão-de-obra*

acaba desempenhando funções que não lhes são devidas, sem a antecipação do planejamento necessária, executando mal, caindo na improvisação, no empirismo e consequentemente, aumentando os custos."

Pode-se afirmar, portanto, que uma grande tendência na implantação de programas de garantia da qualidade na construção civil é a valorização da atividade de projeto e o reconhecimento da necessidade de integração entre *projeto* e *execução*. Outras tendências observadas no mercado da construção civil quanto à mudança do papel do projeto são apresentadas por MELHADO (1997):

- Pressões quanto ao atendimento a padrões contratuais
  - avaliação da capacidade dos projetistas em atender às demandas de cada contrato
  - pressão para estruturação interna do escritório para atender à qualidade
  - cobrança de conteúdo de informações e prazos
  - diferencial de atuação do projetista pela capacitação técnica
- Inclusão crescente de informações voltadas à produção
  - incorporação de alterações tecnológicas
  - demanda por projetos que tratem do processo de produção
  - eficiência das atividades construtivas como sinônimo de qualidade do produto final
  - engenheiros de nível gerencial, nas construtoras, vêm exercendo a coordenação de projetos
  - emprego crescente da informática

- busca da "engenharia simultânea": coordenação e não apenas compatibilização final
- necessidade de retroalimentação para novos empreendimentos

• Tendências de evolução no processo de projeto

- projeto para produção
- projeto enquanto serviço (solução de problemas)
- multidisciplinaridade do projeto + coordenação imparcial e isenta
- padronização de processos nos escritórios de projeto
- revisões de normas técnicas e manuais de associações de projetistas
- uso de sistemas de informação (não apenas equipamentos de informática)
- parcerias escritórios de projeto - construtoras

Do ponto de vista estratégico, é possível também articular as ações que visam a melhoria da qualidade do projeto com outras iniciativas adotadas pelo empreendimento, as quais apresentam objetivos coincidentes e uma forte relação com a etapa de projeto. Em sua proposta de um Sistema de Administração da Produção para empresas construtoras – SAP-C – GUERRINI (1997) apresenta cinco critérios competitivos que afetam o desempenho do sistema produtivo: custos, qualidade, velocidade de entrega, confiabilidade de entrega e flexibilidade.

Estes critérios competitivos são chamados de objetivos de desempenho da produção por SLACK et al. (1997).O impacto do projeto sobre cada um destes objetivos de desempenho é apresentado resumidamente no quadro 3.

Quadro 3: Impacto do projeto de produto/serviço e processo nos objetivos de desempenho (SLACK et al., 1997, p. 120)

Objetivo de Desempenho	Influência de bom projeto de produto/serviço	Influência de bom projeto de processo
Qualidade	Pode eliminar pontos falhos potenciais e aspectos "propensos a erros" do produto ou serviço	Pode prover os recursos adequados que são capazes de produzir o produto ou serviço conforme suas especificações de projeto
Rapidez	Pode especificar produtos que podem ser feitos rapidamente (por exemplo, usando princípios de projeto modular) ou serviços que evitam demoras desnecessárias	Pode movimentar materiais, informações ou clientes através de cada estágio do processo, sem demoras
Confiabilidade	Pode ajudar a tornar previsível cada estágio do processo ao exigir processos padronizados e previsíveis	Pode fornecer tecnologia e pessoal que são intrinsecamente confiáveis.
Flexibilidade	Pode permitir variações que proporcionam uma gama de produtos ou serviços oferecidos aos clientes	Pode prover recursos que podem ser modificados rapidamente de forma a criar uma gama de produtos e serviços
Custo	Pode reduzir custos de cada peça componente do produto ou serviço e também reduzir o custo de combiná-los	Pode assegurar alta utilização de recursos e, portanto, processos eficientes e de baixo custo.

O fator custo é extremamente importante. As decisões tomadas na fase de projeto têm grande influência sobre os custos totais de produção, e modificações nesta fase são mais fáceis de serem adotadas e menos dispendiosas. (ESCRIVÃO FILHO, 1998)

Quanto à influência nos custos totais do empreendimento, SOUZA et al. (1994) destacam vários fatores:

- Produtividade: o projeto e a organização do seu processo de elaboração detêm um grande potencial de racionalização do processo de execução

e, portanto, de elevação da produtividade global, a partir da simplificação de métodos e técnicas requeridas.

- Custos de execução: os tipos e número de operações do processo de execução, o grau de dependência entre as mesmas, as condições de transportes e circulação nos canteiros de obras, a quantidade e habilidade requeridas da mão-de-obra resultam das *decisões de projeto.*
- Custos ao longo da vida útil: mesmo após concluída a fase de execução, as decisões tomadas na fase de projeto continuam a incidir durante a vida útil do edifício, relacionadas ao *custo de operação* (itens necessários à utilização normal do edifício) e ao *custo de manutenção,* em função da durabilidade de materiais e componentes adotados, ocorrência de manifestações patológicas e alterações nas necessidades dos usuários.

"*Verifica-se que é na fase de projeto que o empreendedor tem elevada capacidade de intervir sobre os custos totais do empreendimento. (...) Em relação aos custos acumulados ao longo do processo de uma forma global, os custos de elaboração do projeto são baixos, porém as decisões tomadas nessa fase representam a maior influência sobre os custos e construção e utilização.*" (SOUZA et. al., 1994)

Devida a esta forte influência, JURAN & GRYNA (1992) apresentam como conceito básico para o desenvolvimento de produtos, a relação custo (de produção e uso)/efetividade (desempenho funcional, confiabilidade, segurança, estética, etc.).

Por possuir caráter estratégico para a qualidade do empreendimento, todas as medidas que visem a melhoria do processo de projeto são de extrema relevância para o progresso do setor como um todo.

2.3 A QUALIDADE E O PROCESSO DE PROJETO

2.3.1 O conceito de qualidade

Em primeiro lugar, é preciso fazer algumas considerações quanto ao conceito de qualidade, para depois estendê-lo às questões relativas aos projetos.

SLACK et al. (1997) discutem a importância da qualidade como critério competitivo, pelo fato de que a boa qualidade reduz custos de retrabalhos e refugos, e mais importante, gera consumidores satisfeitos. Com isso, uma função chave de uma organização deve ser garantir bens e serviços de qualidade para seus consumidores externos e internos. Porém isso não é necessariamente direto, já que não há definições claras ou consensuais do que significa o termo qualidade.

Autores como JURAN, GARVIN, DEMING, CROSBY, FEIGENBAUM deram sua contribuição para a definição de qualidade. Analisaremos aqui alguns pontos mais importantes, extraídos de ROSSI (1999) e DÓREA (1998).

Para CROSBY a qualidade está na conformidade aos requisitos e especificações, tendo como objetivo principal chegar ao zero defeito, através da prevenção de não conformidades.

FEIGENBAUM conceitua qualidade como a composição total das características de marketing, engenharia e manutenção de um produto ou serviço, que em uso, atenderá às expectativas do cliente, expressando assim uma visão da qualidade como um elemento estratégico do planejamento de negócios.

DEMING valoriza o controle estatístico do processo (CEP), utilizado para redução da variabilidade, buscando desta forma maior previsibilidade dos resultados.

JURAN & GRYNA (1992) definem qualidade como "satisfação do cliente" e "adequação ao uso", e estas definições têm boa aceitação. A satisfação do cliente pode ser definida por dois componentes: atributos do produto e ausência de defeitos.

GARVIN (1992) identifica cinco abordagens para a definição da qualidade: a transcendental, a baseada no produto, a baseada no usuário, a baseada na produção e a baseada no valor. E ainda identifica oito dimensões ou categorias da qualidade: desempenho, características, confiabilidade, conformidade, durabilidade, atendimento, estética e qualidade percebida. Estas dimensões da qualidade são mais ou menos valorizadas de acordo com os interesses e expectativas do cliente. Mesmo ao longo da produção e do uso do produto, as dimensões da qualidade podem variar. FABRÍCIO (2000) exemplifica o conceito para o caso da construção de uma

edificação: durante sua construção, a qualidade é avaliada segundo critérios de produtividade, atendimento às especificações de projeto, número de acidentes de trabalhos, etc. Já na fase de lançamento e venda os critérios de avaliação da qualidade consideram a aceitação do produto pelos clientes, a velocidade de venda, etc.

GOETSCHI (1995) identifica algumas similaridades entre as várias definições da qualidade, das quais se extraem os seguintes elementos comuns:

- Qualidade envolve o encontro ou a superação das expectativas do cliente.
- A qualidade aplica-se a produtos, serviços, pessoas, processos e ambientes.
- Qualidade é um estado constantemente em mudança.

MERLI (1993) introduz o conceito de qualidade negativa e qualidade positiva: qualidade negativa expressa o grau de não conformidade de um produto ou serviço, de acordo com as necessidades dos clientes. Qualidade positiva expressa o grau em que as necessidades do cliente são excedidas. O controle da qualidade negativa é, portanto, básico para a sobrevivência da empresa, enquanto a qualidade positiva é fundamental para o sucesso. O autor destaca que no setor industrial, nos dez anos entre 1980 e 1990, os japoneses deram um grande passo, garantindo que a contribuição para a qualidade vinha do projeto do produto. Hoje, a atual influência da fase de projeto na qualidade é também devida ao fato de que desde que as condições de qualidade negativa cresceram no mercado mundial, a

vantagem competitiva de um produto é baseada principalmente na qualidade positiva – melhor projeto.

Não só o conceito de qualidade, mas também o enfoque sobre a qualidade sofreu uma evolução histórica que pode ser classificada de acordo com quatro etapas distintas: inspeção, controle estatístico da qualidade, garantia da qualidade e qualidade total. (SOUZA et. al., 1994; PIMENTA, 1999)

- Inspeção de produtos (até a década de 20):

Segundo este conceito, a qualidade era obtida através de uma inspeção final dos produtos. Com a Revolução Industrial e a adoção do Gerenciamento Científico pregado por Taylor, o planejamento era separado da execução. Esta separação de funções tornou possível um grande aumento na produtividade, porém separou também os responsáveis pela execução dos responsáveis pelo planejamento e projeto, gerando uma lacuna quanto a quem se responsabilizaria pela qualidade, tornando necessária a criação de um departamento de inspeção.

- Controle estatístico (até a década de 40):

Nesta etapa introduziu-se o uso de ferramentas estatísticas para controle da qualidade visando a prevenção de problemas e técnicas de inspeção por amostragem. Com os gráficos de controle pôde-se entender que a variabilidade era inerente aos processos e que o problema era considerar até que ponto a variação poderia ser considerada normal.

- Garantia da Qualidade (até a década de 70):

A qualidade deixa de ser restrita e baseada na produção fabril e passa a ser uma disciplina com implicações mas amplas para o gerenciamento. A prevenção de problemas ainda é objetivo fundamental, mas os instrumentos para tal vão muito além da estatística, englobando quatro elementos distintos: quantificação dos custos da qualidade, controle total da qualidade, engenharia de confiabilidade e zero defeito.

- Qualidade Total (década de 80):

Mudanças no ambiente de negócios começaram a aparecer desde a década de 60, com os mercados internacionais ficando cada vez mais competitivos e a invasão da alta tecnologia nos processos produtivos, a demanda por produtos diferenciados aumentou. Surgiram assim as condições para o desenvolvimento da Qualidade Total, onde as atenções são voltadas para a plena satisfação dos clientes internos e externos; surgem os sistemas de gestão da qualidade.

"*O caminho evolutivo parece levar à valorização do homem como meta final; observa-se que agora nos anos 90 sentimos outras tendências importantes centradas no bem estar do homem, como por exemplo a preocupação com o meio ambiente, traduzida na família de normas ISO 14000.*" (PIMENTA, 1999)

O quadro 4 ilustra as quatro principais etapas do movimento da qualidade neste século.

Quadro 4: As quatro principais etapas da qualidade (SOUZA et. al., 1994; p. 22)

Identificação das características	Etapa do movimento da qualidade			
	Inspeção	Controle estatístico da qualidade	Garantia da qualidade	Qualidade Total
Conceito da qualidade	Qualidade é um problema	Qualidade é um problema	Qualidade é um problema que deve ser enfrentado positivamente	Qualidade é uma oportunidade de concorrência
Objetivo principal	Obter a conformidade do produto por meio de inspeção final	Obter a conformidade do produto por meio de controle estatístico de processos e inspeção final por amostragem	Obter a conformidade do produto, atuando preventivamente desde o projeto até o mercado.	Atender às necessidades do mercado e do consumidor.
Responsável pela qualidade	Departamento de inspeção	Departamento de inspeção e engenharia	Todos os departamentos da empresa	Todas as pessoas na empresa, incluindo os fornecedores externos
Ênfase	No produto	No produto	No processo de produção	No cliente interno e externo

2.3.2 A Qualidade e o processo de projeto

Com respeito à contribuição do projeto e especificações para a Qualidade, a norma ISO/NB 9004 faz a seguinte consideração: "*a função especificação e projeto deve traduzir as necessidades do cliente, contidas na folha de informações do produto, em especificações técnicas para materiais, produtos e processos. Isto deve resultar em um produto que proporcione a satisfação do cliente a um preço aceitável e que permita um retorno satisfatório do investimento à empresa.*" (PICCHI, 1993)

Quanto aos clientes do processo de projeto, SALGADO (2000) caracteriza-os da seguinte forma:

- Internos: pessoas dentro da própria organização ou do processo de projeto (outros projetistas), que possuem amplos conhecimentos quanto às suas necessidades de qualidade – derivados do desempenho repetitivo de numerosos ciclos de trabalho.
- Intermediários: são geralmente os distribuidores ou revendedores que compram os produtos e repassam a terceiros. Neste caso, estão representados pelos corretores, incorporadores ou promotores do empreendimento que têm conhecimento sobre os requisitos desejados pelo cliente externo.
- Externos: são os consumidores ou usuários do produto ou serviço. Suas necessidades são as mais importantes.

Dentro das empresas de empreendimentos imobiliários ocorrem conflitos decorrentes das diferentes visões que empreendedores e construtores têm quanto ao conceito de qualidade. ASSUMPÇÃO (1996) destaca que *"para o empreendedor, a qualidade é associada ao projeto arquitetônico, pois é o que define o produto e sua qualidade segundo a ótica do mercado. Para o construtor, a qualidade é avaliada a partir das soluções construtivas e da integração entre as várias especialidades e etapas de projetos."* E conclui, *"estes dois entendimentos quanto à qualidade do projeto nem sempre convergem, sendo necessário utilizar mecanismos para administrá-los, implantando-se, por exemplo, programas de qualidade para*

projetos de edificações, que devem contar com o suporte de sistemas de planejamento."

MESEGUER (1991) distingue a qualidade de projeto em três aspectos diferentes:

a) a qualidade da solução proposta (aspectos funcionais e técnicos, estética, custo, prazo)
b) a qualidade da descrição da solução (desenhos, especificações)
c) a qualidade da justificativa da solução (cálculos, explicações)

SOUZA et. al. (1994) também abordam os aspectos mencionados quanto à solução adotada e descrição da solução e ainda inclui o aspecto da *qualidade no processo de elaboração do projeto*, que engloba: diretrizes de projeto, integração entre projetos, análise crítica do projeto e controle de recebimento.

As soluções de projeto devem passar também por uma análise segundo critérios de construtibilidade e desempenho, garantindo que estas soluções são adequadas à execução. A idéia de que um melhor desempenho só pode ser obtida com o aumento de custos é combatida por FRANCO & AGOPYAN (1993), que afirmam que *"muitas das falhas verificadas nas edificações podem ser atribuídas à falta de conhecimento tecnológico no emprego dos processos e materiais, sobretudo aqueles inovadores".*

PICCHI (1993) amplia e detalha os componentes da qualidade do projeto e respectivos aspectos principais, conforme quadro 5.

Quadro 5: Componentes da qualidade de projeto (PICCHI, 1993; p. 304)

Componentes da qualidade do projeto	Sub-componentes	Principais aspectos relacionados
Qualidade do programa		Pesquisas de mercado Necessidades dos clientes Antecipação de tendências
Qualidade da solução	atendimento ao programa	
	atendimento a exigências psico-sociais	Funcionalidade Estética Proteção Status
	atendimento a exigências de desempenho	Segurança Habitabilidade Desempenho no tempo Economia na utilização
	atendimento a exigências de otimização da construção	Racionalidade Padronização Construtibilidade Integração de projetos Custo da obra
Qualidade na apresentação		Clareza de informações Detalhamento suficiente Informações completas Facilidade de consulta
Qualidade do processo de elaboração de projetos		Prazo Custo de elaboração de projetos Comunicação e envolvimento dos profissionais

Segundo SALDANHA (1992) apud NOVAES (1996), a elaboração dos projetos para edificações com melhor padrão de qualidade deve conter quatro atividades básicas:

- Análise do escopo do projeto - nível e precisão de estudos prévios, qualificação e experiência da equipe
- Transferência de conhecimentos da construção para os projetos - meios de transferência

- Estabelecimento de padrões de Qualidade para os projetos - sistematização de procedimentos, desenhos, memoriais, planilhas, orçamentos, cronogramas, especificações técnicas
- Controle da qualidade de projetos - desvios nos padrões, ações para correção/minimização dos desvios, aperfeiçoamento dos padrões.

2.3.3 Ferramentas para melhoria e qualidade de projetos

Uma das atividades do processo de projeto é considerar o projeto preliminar ou anteprojeto e verificar se ele pode ser melhorado antes que o produto seja produzido. Existem várias técnicas empregadas para avaliar e melhorar o projeto, difundidas na indústria seriada. Destacaremos algumas das principais ferramentas desenvolvidas para a melhoria e qualidade de projetos: QFD, Planejamento da Qualidade, Engenharia de Valor e Métodos de Taguchi, além de uma metodologia de grande utilidade para a melhoria da confiabilidade e segurança de novos produtos: FMEA – FTA.

- Desdobramento da Função Qualidade (QFD):

CHENG et al. (1995) definem os objetivos do QFD: "*1 – auxiliar o processo de desenvolvimento do produto, buscando, traduzindo e transmitindo as necessidades e desejos do cliente; 2 – garantir qualidade durante o processo de desenvolvimento do produto.*"

Muitas vezes o cliente não especifica claramente suas necessidades desde a concepção do produto a ser desenvolvido. Por isso, é adequado verificar se o que está sendo projetado atenderá a essas necessidades. (SLACK et. al.,1997)

O QFD visa desdobrar a qualidade, utilizando a lógica da causa e efeito, de forma sistematizada. O desdobramento parte da voz do cliente, passando por características da qualidade do produto, até chegar a um determinado valor de parâmetro de controle, através de um conjunto de dados organizados em forma de tabelas, matrizes e modelos conceituais. (CHENG et al.,1995)

- Planejamento da Qualidade:

Metodologia de princípios semelhantes ao QFD, consiste na análise detalhada, desde a identificação dos clientes e suas necessidades, passando por todas as etapas de desenvolvimento do produto, chegando até a transferência para a produção. O processo é sistematizado pelo uso de planilhas. (PICCHI, 1993)

- Engenharia de valor:

É uma abordagem relativa à obtenção de um equilíbrio entre desempenho e custo. O objetivo é tentar eliminar custos desnecessários antes da produção do produto. Os custos considerados desnecessários são aqueles que não contribuem para o valor e o desempenho do produto, e

para eliminá-los tenta-se reduzir o número de componentes, usar materiais mais baratos e simplificar os processos. (SLACK et. al., 1997)

JURAN & GRYNA (1992) definem: "*A engenharia de valor (freqüentemente chamada "análise de valor") é uma técnica para avaliação do projeto de um produto, com o intuito de garantir que as funções essenciais sejam fornecidas a um custo global mínimo tanto para o fabricante como para o usuário. A engenharia de valor tenta garantir que o projeto forneça apenas as funções essenciais e nada mais que possa resultar em custos elevados.*"

- Métodos de Taguchi

O principal objetivo dos métodos de Taguchi é testar a robustez do produto. O fundamento desta idéia é projetar o produto levando em consideração condições adversas extremas durante sua utilização, para com isso conseguir um produto preparado para imprevistos. O maior problema é lidar com as inúmeras variáveis e possibilidades para chegar a um projeto ótimo, e para isso o procedimento de Taguchi realiza experimentos estatísticos para determinar a melhor combinação de fatores, onde "melhor" significa menor custo e maior grau de conformidade. (SLACK et. al., 1997)

- FMEA (Failure Modes and Effects Analysis – Análise dos Modos e Efeitos das Falhas):

A FMEA é um método de análise de projetos (de produtos ou processos) usado para identificar *todos* os possíveis modos potenciais de falha e

EESC • USP Biblioteca CAMPUS DE S. CARLOS

determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho do sistema, mediante um raciocínio bastante dedutivo. (HELMAN, 1995)

- FTA (Fault Tree Analysis – Análise da Árvore de Falhas):

É um método sistemático e padronizado, capaz de fornecer bases objetivas para funções diversas tais como análise de modos comuns de falhas em sistemas, justificação de alterações em sistemas e demonstração de atendimento a requisitos regulamentares e/ou contratuais. (HELMAN, 1995)

PICCHI (1993), quanto ao uso deste tipo de ferramentas na construção civil, destaca que "*é extremamente rara a utilização, na construção de edifícios no Brasil, de instrumentos de melhoria da qualidade de projeto baseados em análises sistemáticas e formalizadas, tais como: Planejamento da Qualidade, QFD e Engenharia de Valor. A Engenharia de Valor, em particular, tem um grande potencial de aplicação, podendo auxiliar na racionalização dos inúmeros componentes de um edifício e as formas de combiná-los.*"

2.3.4 Gestão do processo de projeto

MELHADO (2000) caracteriza a atividade de projeto segundo a ótica da gestão da qualidade, onde ela pode ser vista como um processo de transformação, utilizando dados de entrada e gerando como saída um

conjunto de soluções que respondam às necessidades dos clientes, esquematizado na figura 3. As saídas passam por uma validação para depois serem encaminhadas para a produção, elas devem ser arquivadas segundo sua configuração original ou a cada modificação.

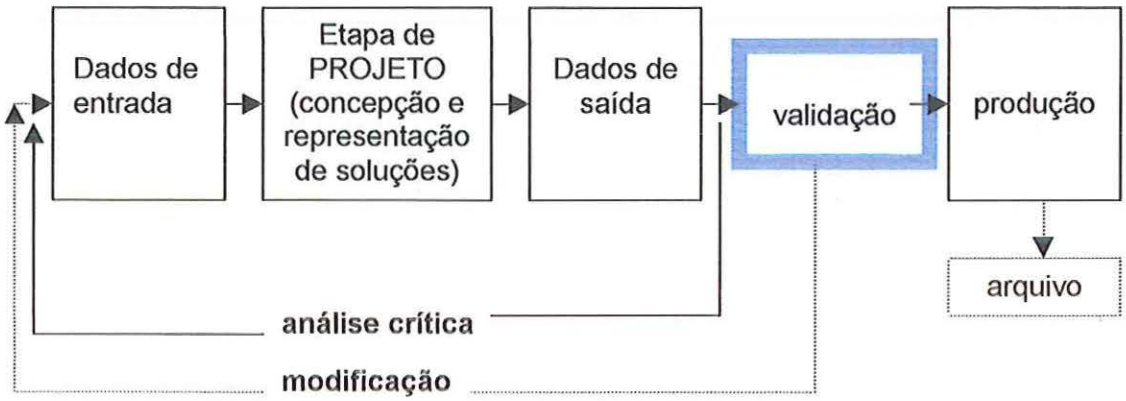

Figura 3: O processo de projeto segundo a ótica da gestão da qualidade (MELHADO, 2000)

A gestão do processo de projeto representa papel importante no desenvolvimento da estratégia competitiva de empresas de incorporação e construção de edifícios, sendo essencial para o desenvolvimento de uma estratégia competitiva baseada em qualidade e produtividade, coerente ao longo do tempo e contínua nas iniciativas de melhor estruturação de suas atividades produtivas. MELHADO (1997) destaca algumas ações de gestão no tocante ao processo de projeto:

- **qualificação de projetistas:** tem como utilidade selecionar especialistas de projeto cujo conhecimento técnico, experiência e motivação pela evolução na atividade respectiva interessem aos objetivos gerais estabelecidos pelo sistema de gestão, ou às metas particulares de um dado empreendimento; deve estar baseada em critérios predefinidos e claros;

- **contratação de consultores:** visa uma melhor definição de características do projeto, quer sejam essas de concepção do produto, quer sejam aquelas relativas à tecnologia construtiva necessária à sua produção; deve se dar através de orientações para desenvolvimento do projeto e da formulação de análise crítica de elementos já elaborados do mesmo;

- **desenvolvimento de metodologia de projeto:** pela sua estreita ligação com a estratégia competitiva, o desenvolvimento do projeto deverá se basear em metodologia adequada às necessidades da empresa ou de um seu empreendimento em particular, sempre fundamentado em um conjunto de diretrizes de caráter mais "universal"; tal metodologia será materializada através dos procedimentos de coordenação e controle de projetos adotados;

- **padronização e atualização de procedimentos de execução e controle dos serviços de produção:** constituem a memória construtiva da empresa, encarregando-se de registrar as formas mais adequadas de

produzir com qualidade os serviços adotados pela maioria das obras da empresa, os quais devem ainda estar recebendo a inclusão de novos procedimentos, relativos a um processo permanente de **inovação tecnológica**;

- **gerenciamento da execução:** atividade que, a partir dos subsídios fornecidos pelos procedimentos de execução e controle e pelos projetos para produção disponíveis para orientação da produção no canteiro de obras, terá papel decisivo quanto à eficiência do sistema de produção, sempre objetivando a sua melhoria de produtividade;

- **coleta e análise de dados para retroalimentação:** devem proporcionar, juntamente com os dados resultantes do controle de execução, orientações que permitam analisar criticamente o projeto elaborado e aperfeiçoar os procedimentos adotados, seja visando sua repetição no mesmo empreendimento, seja para efeito do registro que servirá de apoio à concepção e detalhamento dos novos empreendimentos da empresa.

Tais ações de gestão fazem interface com atividades do processo de produção da edificação e são críticas para a qualidade, como ilustrado na figura 4.

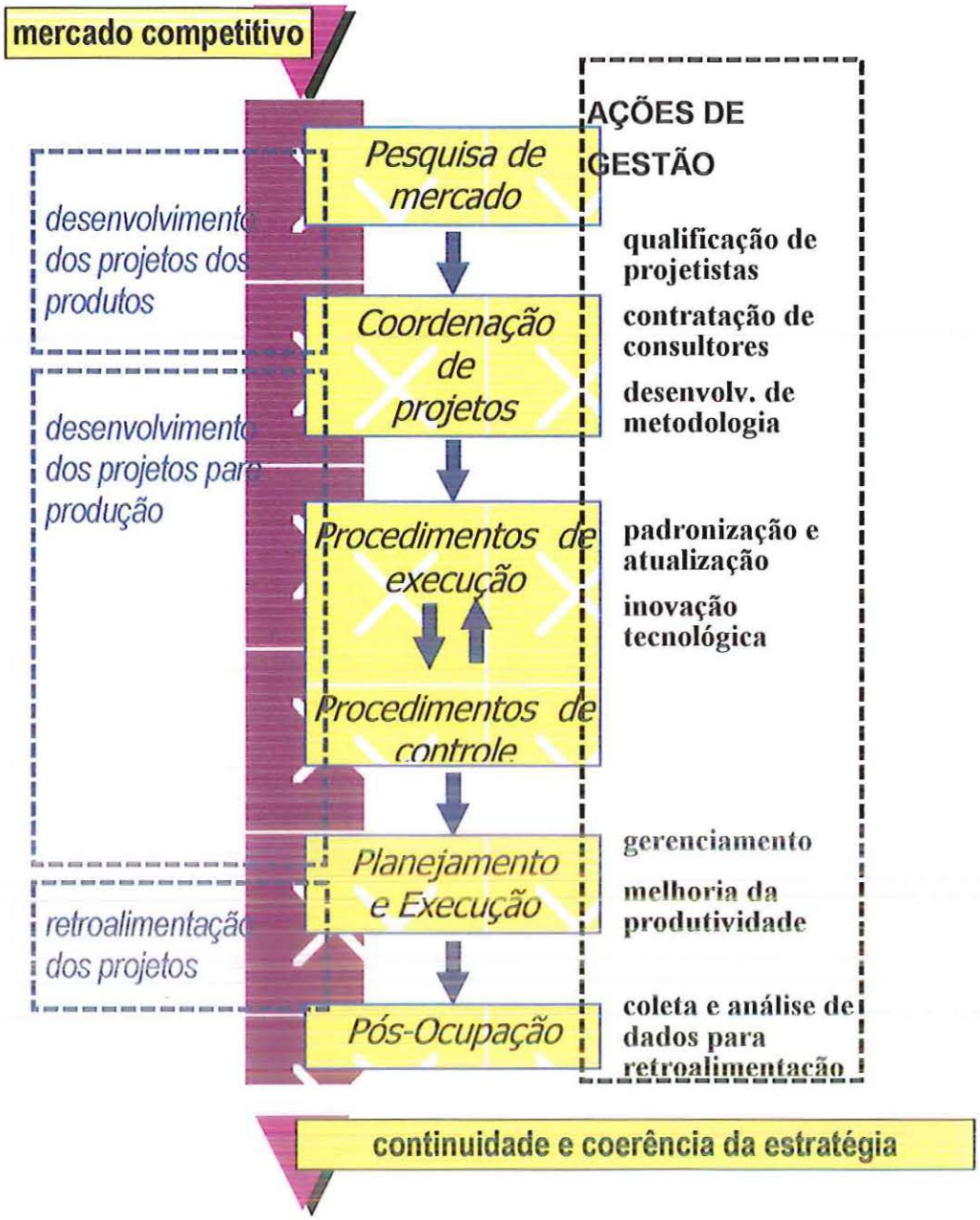

Figura 4: Ações de gestão no processo de projeto, vistas como parte de uma estratégia competitiva (MELHADO, 1997)

CAPÍTULO 3

GARANTIA E CONTROLE DA QUALIDADE DE PROJETOS

3.1 GARANTIA DA QUALIDADE DE PROJETO

CAMPOS (1992) define *Garantia da Qualidade* com *"uma função da empresa que tem por finalidade confirmar que todas as atividades da qualidade estão sendo conduzidas de forma adequada."*

Ou ainda, segundo JURAN apud CAMPOS (1992), garantia da qualidade é a *"atividade de prover às partes interessadas a evidência necessária para estabelecer a confiança de que a função qualidade está sendo conduzida adequadamente".*

De maneira geral, a garantia da qualidade, em qualquer fase do processo de produção (planejamento, projeto, materiais, execução e uso-manutenção) requer cinco ações: (MESEGUER, 1991)

- defini-la, o que envolve alguma *especificações*
- produzi-la, o que envolve alguns *procedimentos*
- comprová-la, o que pressupõe um *controle de produção*
- demonstrá-la, o que exige *controle de recepção*
- documentá-la, o que significa *documentação* de tudo o que foi realizado.

Um Sistema de Garantia da Qualidade para o processo de projeto compreenderia:

especificações

definição de objetivos e metas, parâmetros, diretrizes e requisitos a serem atingidos, a partir da identificação das necessidades dos clientes.

procedimentos

- qualificação dos projetistas, estabelecendo critérios para garantir que os profissionais de projeto, cujo conhecimento técnico, experiência e motivação para evolução contínua estejam de acordo com os objetivos gerais estabelecidos.
- formalização de procedimentos. É fundamental para um sistema da qualidade que os procedimentos sejam claramente identificados, registrados e documentados. Isso assegura as responsabilidades sobre cada atividade e também proporciona condições para um controle individual.

controle de produção

- controle da qualidade durante o processo de elaboração do projeto, de acordo com determinados parâmetros que atuam como padrões de referência (tanto parâmetros definidos pela empresa quanto as normas técnicas existentes). (SOUZA et. al., 1994)
- controle das interfaces, uma das atividades da coordenação de projetos. É uma função gerencial extremamente importante para a garantia da qualidade do projeto na sua visão mais ampla, trata-se das atividades de compatibilização entre as diferentes especialidades de projeto envolvidas

e controle *sistêmico* do projeto para que as soluções adotadas tenham sido suficientemente abrangentes e detalhadas.

controle de recepção

- controle de recebimento do projeto e análise crítica, onde devem ser estabelecidos parâmetros de apresentação, de forma detalhada, bem como procedimentos padronizados para recebimento do projeto.

documentação

- durante o decorrer da obra deve ser realizado o controle de modificações durante a execução. Toda alteração deve ser aprovada pelo projetista, e depois de executada deve ser registrada, atualizando o projeto, que passa a ser o "projeto como construído", ou *as built.* (PICCHI, 1993)

Assim, podemos afirmar que basicamente a qualidade é garantida pela condução do *planejamento da qualidade* do produto final e pelo *controle da qualidade*. Além disso , deve ser conduzida periodicamente uma auditoria da qualidade. (CAMPOS, 1992)

3.2 Fluxo de Informações no Processo de Projeto

A natureza dinâmica do processo de construção, a ação de vários agentes, a necessidade de trabalho em equipe e do alto grau de coordenação de todas as atividades envolvidas são alguns fatores que mostram a importância do papel da comunicação no processo de produção de edificações. (TZORTZOPOULOS, 1999)

Para JACQUES & FORMOSO (2000), essencial para o sucesso da gestão do processo de projeto é a definição e transmissão sistematizada de informações, o que torna a comunicação entre os agentes um assunto fundamental. O fluxo de informações durante o processo de projeto envolve a clara comunicação de todos os condicionantes (ou entradas) do projeto aos projetistas, juntamente a uma coordenação de projetos eficaz.

A sistematização do fluxo de informações no processo de projeto vem sendo objeto de estudo por parte de muitos autores. As principais dificuldades para a perfeita comunicação entre os agentes surge da falta de uma linguagem comum a todos os agentes, já que os profissionais envolvidos têm formações diferentes e características intrínsecas a cada especialidade e ao fato da própria informação ser uma entidade em contínua definição e produção, tornando muito dinâmico o processo de comunicação.

Segundo TZORTZOPOULOS (1999), *"um dos problemas associados a informação gerada ao longo do processo de projeto é que, muitas vezes, as informações necessárias ao seu desenvolvimento não são disponibilizadas no momento adequado, sendo que este fato ocorre ao longo de todas as etapas do projeto."* Isso porque não existe definição clara de quais as informações de entrada necessárias para o desenvolvimento das atividades de projeto por cada interveniente.

Assim sendo, um gerenciamento eficaz do processo de projeto deve assegurar a todos os participantes a orientação necessária e as definições de suas responsabilidades, segundo um conjunto de diretrizes disponível a

todos e no momento adequado, de acordo com os objetivos do empreendimento e os critérios para obtenção da qualidade.

3.3 O CONCEITO DE PROJETO SIMULTÂNEO

Muito difundido na indústria de manufatura é o conceito de Engenharia Simultânea, cujo principal fundamento é trazer para as primeiras fases de desenvolvimento do produto todos os participantes do processo, levando em consideração as necessidades dos clientes internos (envolvidos no processo de produção) e externos (compradores e usuários).

FABRÍCIO & MELHADO (2000) destacam alguns pontos básicos e comuns entre as diversas definições de engenharia simultânea, que englobam: a realização em paralelo de várias etapas do processo com a finalidade de reduzir o tempo de desenvolvimento do produto, a maior integração entre interfaces de projeto, a maximização da construtibilidade e a agregação ao projeto de visões de diferentes áreas (marketing, distribuição, assistência técnica, etc.).

Desta forma, os principais objetivos da engenharia simultânea são: a redução do tempo de desenvolvimento de empreendimentos, aumento do valor do produto para o cliente, redução dos custos e, ainda, diminuir problemas causados pela separação entre projeto e produção. Considera também que a formação de equipes multidisciplinares possibilita o

desenvolvimento do projeto de acordo com as necessidades dos clientes internos e externos. (TZORTZOPOULOS, 1999)

Os autores analisam a transferência do conceito para a construção civil, levando em consideração as devidas peculiaridades do setor, mostradas no quadro 6.

Quadro 6: Peculiaridades da construção que interferem na aplicação da engenharia simultânea (FABRÍCIO & MELHADO, 2000)

Natureza do empreendimento de construção	Na construção, o planejamento e programação do empreendimento, concepção e projeto, e produção são muito mais pulverizados (a cargo de diferentes agentes) que na manufatura; O negócio da construção de edifícios envolve aspectos imobiliários que condicionam o sucesso do edifício à capacidade de incorporar terrenos, deslocando parte dos requisitos de sucesso do empreendimento da esfera produtiva para a área imobiliária.
Tipo e características do produto	A complexidade do edifício envolvendo uma forte interação com as dinâmicas urbanas coloca um fator de difícil controle e previsão para ser tratado. O longo ciclo de vida faz com que sejam precárias as condições de planejamento de todas as transformações e solicitações que o edifício sofrerá durante sua existência.
Cultura e aspectos relacionais	As relações entre agentes são muito mais sazonais e contratuais pautadas pelo ciclo de empreendimentos não repetitivos; Ao contrário da manufatura, na construção os clientes costumam interferir significativamente na gestão interna do empreendimento e na sua produção.
Fornecedores	Predomina no setor uma forte fragmentação e heterogeneidade entre os tipos de fornecedores (indústrias, subempreiteiros, projetistas, etc.) que participam do empreendimento; Por diversas razões geográficas e de mercado, a manutenção dos mesmos fornecedores, em diferentes empreendimentos, é bastante dificultada; Dados os diferentes portes das empresas envolvidas, o poder de negociação com os fornecedores é mais restrito e variado conforme o tipo de fornecedor.
Escala de produção	A construção costuma trabalhar com pequenas escalas – o que reduz, relativamente, a possibilidade de amortização dos custos do projeto.
Limitações do canteiro	Na construção, o local de produção (canteiro) é muito mais sujeito a intempéries.

Contudo, os objetivos para aplicação da engenharia simultânea na construção são análogos aos da indústria de manufatura, pois os fatores de evolução destes dois setores são os mesmos: aumento de produtividade, diminuição dos prazos de concepção e disposição do produto, ampliação da qualidade e redução dos custos.

Assim, apresentam o conceito de Projeto Simultâneo, *"entendido como uma adaptação (ao setor) da engenharia simultânea que busca a convergência, no projeto do edifício, dos interesses dos diversos agentes participantes do ciclo de vida do empreendimento, considerando precoce e globalmente as repercussões das decisões de projeto na eficiência dos sistemas de produção e na qualidade dos produtos gerados, envolvendo aspectos como construtibilidade, habitabilidade, manutenibilidade e sustentabilidade das edificações."* (FABRÍCIO & MELHADO, 2000)

3.4 Controle da Qualidade no Processo de Projeto

3.4.1 O conceito de controle da qualidade

Segundo CAMPOS (1992), manter sob controle é saber localizar o problema, analisar o processo, padronizar e estabelecer itens de controle de tal forma a evitar que o problema ocorra. Assim, considerando um

determinado processo, o autor define as três ações fundamentais do *controle do processo*:

- Estabelecimento da *diretriz de controle* (planejamento)
- *Manutenção* do nível de controle (manutenção de padrões)
- *Alteração* da diretriz de controle (melhorias)

O controle do processo como conceituado é exercido através do ciclo PDCA (*plan, do, check, act*) de controle de processos, composto das quatro fases básicas do controle: planejar, executar, verificar e atuar corretivamente. Este processo é esquematizado no quadro 7.

As atividades de planejamento e controle são inteiramente interligadas e sua divisão nunca é clara, nem na teoria nem na prática. Muitos autores abordam estas atividades de maneira integrada, porém algumas características ajudam a distingui-las e são apresentadas a seguir.

VALERIANO (1998) define **planejamento** como "*o processo que visa ao estabelecimento, com antecedência, das decisões e ações a serem executadas em um dado futuro, para atingir um objetivo definido.*" Ou seja, planejar significa determinar os insumos necessários e prescrever o que fazer, quando, com que meios e como. Os passos gerais para busca da solução, tomada de decisão e planejamento de ações ante um problema podem ser aplicados em quase todas as situações que requerem decisão e planejamento, devendo ser adaptados e detalhados para um caso particular. São eles:

- Reconhecimento do problema (identificação da situação, do objetivo a atingir, etc.)

- Documentação (do que foi identificado)
- Soluções possíveis (alternativas de soluções, níveis de qualidade, insumos necessários, prazos, etc.)
- Modelo e hipótese para verificações (métodos para avaliar a efetividade das soluções possíveis)
- Decisão (estudos comparativos, análise de risco, custo/benefício, escolha de uma das alternativas)
- Conclusões, comunicação (análise dos impactos e difusão das decisões a todos os participantes na execução e no controle)

Quadro 7: Fatores básicos para o ciclo de manutenção do controle da qualidade. (CAMPOS, 1992)

Ciclo PDCA	Etapas	Atividades de manutenção do controle da qualidade	Observações
P	①	ESTABELECIMENTO DO PADRÃO DE QUALIDADE	Estudo e determinação das necessidades do cliente (interno ou externo). Verificação da possibilidade do processo atender ou não a estas necessidades.
	②	ESTABELECIMENTOS DOS PROCEDIMENTOS-PADRÃO	Estabelecimento do processo de acordo com as necessidades do cliente e definição dos fatores importantes do processo (causas) que devem ser padronizados
D	③	TRABALHO DE ACORDO COM OS PADRÕES	As pessoas devem estar treinadas em manter os valores-padrão de fatores importantes como determinados no item anterior. Condução de auditoria.
C	④	MEDIDAS	Definição das medidas a serem feitas: dimensões, tempos, etc.
	⑤	PADRÕES DE VERIFICAÇÃO	Definição dos padrões de verificação (inspeção).
	⑥	VERIFICAÇÃO	Verificação da existência de não-conformidades em relação aos padrões de verificação.
A	⑦	ELIMINAÇÃO DAS NÃO-CONFORMIDADES	As causas das não-conformidades devem ser eliminadas. Alteração de procedimentos.

Para o autor, **controle** é o *"processo que tem por objetivo ajustar o realizado, durante a execução, com o planejado, e que consiste nas seguintes etapas:*

1. *Acompanhamento (ou monitorização): coleta ou aquisição de dados ou informações sobre o andamento;*
2. *Avaliação: comparação da situação real com a planejada, identificação de desvios, alternativas de correções;*
3. *Decisão: seleção das alternativas de correções e determinação das providências decorrentes; e*
4. *Retroalimentação: ação sobre a execução e, se necessário, replanejamento."*

SLACK et. al. (1997), de maneira simplificada, definem "***plano*** *como um conjunto de intenções e* ***controle*** *como um conjunto de ações que visam o direcionamento do plano. O controle inclui o monitoramento do que aconteceu na realidade, a comparação com o que fora planejado e as ações para providenciar as mudanças necessárias de realinhamento do plano".*

O *controle da qualidade* é a atividade de exercer o "controle" sobre as dimensões da qualidade. O objetivo mais importante deste controle é garantir a qualidade do produto final. Neste contexto o controle da qualidade é abordado com três objetivos: (CAMPOS, 1992)

Planejar a qualidade desejada pelos clientes; isto implica num esforço de localizar o cliente, conhecer suas necessidades, traduzir estas necessidades em características mensuráveis, de tal forma que seja possível gerenciar o processo de atingi-las.

Manter a qualidade desejada pelo cliente, cumprindo padrões e atuando na causa dos desvios.

Melhorar a qualidade desejada pelo cliente.

3.4.2 Controle da Qualidade na construção civil

Segundo MESEGUER (1991) o controle da qualidade na construção civil é tradicionalmente associado com a vigilância na obra e realização de alguns ensaios. *"Esta simplicidade contrasta com o conceito mais elaborado de controle da qualidade que se utiliza em outras indústrias, o qual enfoca todas as atividades do processo (desde a concepção e desenho do produto até sua comercialização e serviços de assistência técnica) e utiliza técnicas estatísticas mais ou menos sofisticadas, mas de fácil aplicação."*

O autor sugere um mecanismo de controle da qualidade constituído por dois tipos de controle: o controle de produção e o controle de recepção, aplicado a um modelo do processo de produção onde aparecem cinco atividades principais: Planejamento, Projeto, Materiais, Execução e Uso-Manutenção.

O controle de produção (CP) é exercido por aquele que executa a atividade, tratando-se de um controle interno. O controle de recepção (CR) ocorre na transição de uma atividade para outra, neste caso é o receptor quem executa o controle, tratando-se de um controle externo.

3.4.3 Controle da qualidade de projetos

A função do controle é garantir a qualidade do projeto, assegurando sua compatibilidade com os condicionantes e expectativas determinadas para o empreendimento. Assim, um efetivo controle da qualidade mostra ser o principal fator de sucesso para o projeto. (FRANCO & AGOPYAN, 1993)

O controle da qualidade durante o processo de projeto, assim como nas demais fases do processo de produção, consta de um controle de produção (controle durante a fase de elaboração dos projetos) e um controle de recepção (controle de recebimento dos projetos). (MESEGUER, 1991)

O controle de produção é exercido pelo próprio projetista, que na medida em que o trabalho evolui, deve controlá-lo comparando-o com os condicionantes estabelecidos, as especificações de projeto, bem como procedimentos da boa técnica construtiva, levando em consideração os conceitos de desempenho e construtibilidade. A construtibilidade leva o projetista a refletir sobre a forma como as atividades projetadas serão executadas, e isso ajuda no processo de autocontrole da qualidade que repercutirá na melhoria do seu projeto. (FRANCO & AGOPYAN, 1993)

O controle de recebimentos deve ser exercido pelo coordenador de projeto (algumas vezes pela autoridade pública) ao final de cada etapa do projeto, representando a figura do empreendedor e comparando o resultado de cada etapa com aquilo que era esperado. Alguns itens de inspeção são destacados por SALGADO (2000) e apresentados no quadro 8.

Quadro 8: Itens de inspeção para controle de recebimento de projetos (SALGADO, 2000)

Nos projetos de estruturas	confirmar se as dimensões da planta de locação e carga dos pilares e fundações conferem com as medidas do lote; conferir a obediências aos afastamentos frontal, lateral, de fundo e prismas de ventilação, conferir o posicionamento dos pilares em relação à planta de locação; conferir armação x fôrmas; conferir o espaçamento da armação; verificar se as dimensões e posicionamento dos elementos estruturais provocam modificações no projeto arquitetônico; verificar a existência de vigas muito altas que podem comprometer o pé direito; verificar se os pilares estão com dimensões diferentes do estudo preliminar, entre outros.
Nos projetos de instalações	verificar compatibilização com o projeto de arquitetura e demais projetos; conferir o posicionamento dos *shafts* e dutos, com respeito às dimensões mínimas determinadas; conferir a localização dos medidores e seus detalhes nos projetos de gás; conferir a localização de quadros e centros de distribuição nos projetos elétricos; conferir o traçado de dutos e condutores e seus dimensionamentos; conferir a localização dos pontos de consumo, equipamentos, dispositivos, ventilações, kits, etc; verificar a facilidade de manutenção dos sistemas prediais; conferir a legenda, símbolos adotados, detalhes construtivos e especificações.
No projeto executivo de arquitetura	verificar o cumprimento do projeto aprovado pela Prefeitura; verificar a compatibilização com o projeto de fôrmas; conferir a amarração das alvenarias; verificar a localização dos pontos de ventilação e iluminação; conferir vãos de acesso; verificar a existência e condições de execução dos detalhes exigidos (esquadrias, divisórias, gradis, bancadas, peitoris, soleiras, balcões, paginação de pisos, tetos rebaixados, paginação de revestimentos de paredes, etc.)

NOVAES (1996) cita as ações relativas ao controle e garantia da qualidade dos projetos de maneira mais ampla:

- Sistematização das informações e indicadores da qualidade e da produtividade de interesse do projeto
- Identificação e padronização das informações e indicadores
- Formatação e transmissão das informações
- Coordenação de projetos durante o processo de elaboração: controle e compatibilização de projetos

- Análise crítica de projetos
- Registros de alterações: revisão de projetos e projeto *as built*
- Realimentação do processo.

MESEGUER (1991) identifica três tipos de controle fundamentais na atividade de projeto:

- Controle de dados durante a fase de projeto: devem ser analisados todos os parâmetros numéricos, critérios e requisitos sobre os quais se baseia o projeto. Estes dados devem ser listados, com o objetivo de facilitar o controle. Pode-se identificar este controle com o item de sistematização de informações e indicadores da qualidade apontado anteriormente.
- Controle das interfaces: identificação prévia das mesmas, definição clara das responsabilidades e organização do fluxo de informações entre os intervenientes. Este controle pode ser identificado com o item de coordenação de projetos citado anteriormente.
- Controle dos cálculos e revisão dos desenhos: o controle dos cálculos pode ser feito de três maneiras:
  - Controle total direto, onde os cálculos são revisados integralmente e o verificador percorre o mesmo caminho do autor, na mesma ordem.
  - Controle total paralelo, onde não são levados em consideração os cálculos originais, empregando-se métodos aproximados e analisando em profundidade itens discrepantes.
  - Controle estatístico, feito por amostras que incidem nos elementos e zonas essenciais.

> Outro aspecto importante é o controle de cálculo feito por computador. Quanto à revisão dos desenhos, quatro aspectos fundamentais devem ser considerados: que sua apresentação seja correta e não dê margens a confusão na interpretação; que corresponda aos cálculos; que contenha os detalhes construtivos suficientes, corretamente descritos e que não sejam omitidos detalhes necessários à execução da obra.

Assim, a atividade de controle pressupõe a comparação do estado atual com um padrão preestabelecido, para que, caso ocorram divergências entre eles, seja possível tomar providências em tempo hábil e corrigir desvios prontamente. (FRANCO & AGOPYAN, 1993)

SOUZA et. al. (1994) apresentam um conjunto de padrões para o controle da qualidade de projeto incluindo: parâmetros de projeto, *checklist* de definições de projeto, cronograma de projeto, mapa de acompanhamento de projeto, procedimentos de apresentação de projetos, *checklist* de recebimento de projeto, controle de arquivo, controle de atualização de projeto, controle de remessa de cópias para as obras.

O processo de projeto, bem como as atividades de controle do mesmo são esquematizados na figura 5.

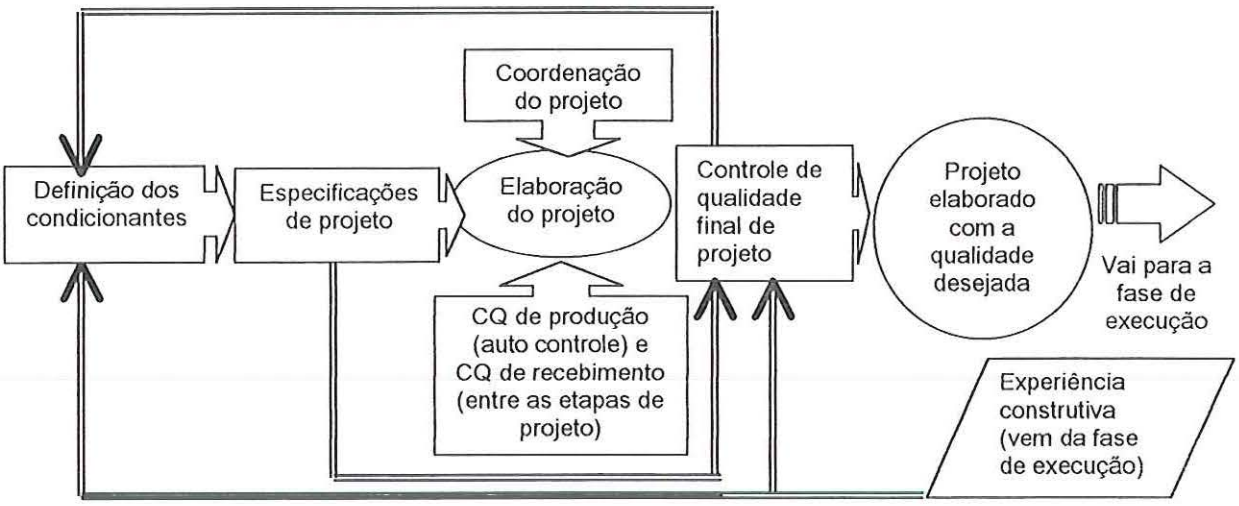

Figura 5: esquema de produção dos projetos (FRANCO & AGOPYAN, 1993)

FRANCO & AGOPYAN (1993) lembram que o controle da qualidade de projeto não é ainda uma prática comum no Brasil, muitos dos profissionais e empresas projetistas não possuem ainda estabelecidas estruturas internas de controle e muitos projetistas consideram a atividade de controle como uma intromissão indevida, que restringe seu trabalho criativo. Pode-se esperar uma grande resistência dos profissionais a se submeterem às especificações e ao controle do empreendedor, que se for superada, dará início a uma segunda fase, de aceitação crescente, ao compreenderem que o sistema aumenta a segurança e a qualidade dos projetos que o escritório oferece.

Os autores alertam ainda que um controle de qualidade de projeto efetivo pode representar um acréscimo de custos do projeto, já que a *"expectativa por uma maior qualificação do projeto deve corresponder a uma maior remuneração destes profissionais, pela elaboração de um produto*

diferenciado". Mesmo assim, esta prática é recomendada, pois este custo é sempre compensado pelo aumento da qualidade e redução ou eliminação de problemas posteriores, o que reduz o custo das demais fases.

3.4.4 Sistematização de informações e indicadores

Uma sistemática eficiente de controle só é possível quando há uma clara definição dos requisitos iniciais, a partir dos quais é feita uma comparação dos chamados padrões com o estágio atual do processo. Esta sistemática, complementada pela coordenação de projetos, conduz a uma grande possibilidade de sucesso no desenvolvimento da atividade de controle da qualidade.

Assim, a identificação e caracterização de indicadores constitui-se no principal instrumento para o controle e melhoria da qualidade de projetos, pois permite seu desenvolvimento baseado em dados e informações sistematizados. A ausência de indicadores tem sido a principal causa de dificuldades encontradas por empresas construtoras para a aplicação dos instrumentos de garantia e controle da qualidade. (NOVAES, 2000)

FRANCO & AGOPYAN (1993) denominam condicionantes básicos de projeto as entradas do processo de produção do projeto. Eles englobam condicionantes físicos (localização, subsolo, área, serviços públicos, etc.), institucionais (zoneamento, proteção de mananciais, etc.), critérios de códigos e normas, requisitos dos proprietários, custos, tempo de execução,

funcionalidade, requisitos de desempenho, requisitos de construção, forma de apresentação dos projetos, tipos de materiais e os aspectos de segurança e confiabilidade.

JACQUES & FORMOSO (2000) distinguem em três grupos as principais definições a servirem de insumo para o processo de projeto:

- Definições de tipologia: relacionam-se aos aspectos morfológicos da edificação, às características gerais das unidades e ao padrão da edificação. Objetivam orientar as primeiras idéias elaboradas pelo arquiteto sobre as potencialidades do terreno.
- Definições funcionais - ou Programa de Necessidades: nesta classificação são incluídos aspectos funcionais e dimensionais que influenciam diretamente a utilização do objeto construído, sendo com isto francamente percebidos pelos usuários.
- Definições técnicas: são as decisões oriundas do processo de seleção tecnológica e referem-se aos condicionantes técnicos que a empresa adotará quando da execução do projeto.

Os indicadores de projeto devem ser considerados ao final de cada etapa do processo de projeto, durante a análise crítica, verificando a conformidade do projeto quanto às soluções adotadas e quanto ao padrão de apresentação do mesmo. Para facilitar esta verificação, pode-se adotar o formato de listas de verificação (*check list)*, listando minuciosamente os parâmetros para a elaboração e controle dos projetos. (NOVAES, 2000)

A consideração destes indicadores pela empresa pode ser feita adotando-se padrões próprios, segundo a experiência construtiva da

empresa, ou adotando valores médios verificados no setor. Vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos por pesquisadores para disponibilizar possíveis indicadores, bem como seus respectivos valores de referência. A título de exemplo, alguns indicadores da qualidade, identificados pelo Núcleo Orientado pela Inovação da Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e apresentados em NOVAES (1996) para o processo de projeto, são listados a seguir:

- porcentagem da área do pavimento-tipo destinada à circulação;
- índice de compacidade do edifício;
- densidade de paredes do pavimento-tipo;
- relação entre o comprimento das tubulações hidráulicas e o número de pontos;
- relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos;
- relação entre o peso do aço e a área construída;
- relação entre o volume de concreto e a área construída;
- número de modificações feitas nos projetos por mês;
- número de incompatibilidades entre os projetos por mês.

É preciso ressaltar, contudo, que devido à falta de sistematização e apropriação de dados durante o projeto e durante a produção da edificação, os indicadores ainda possuem escassos valores de referência. (NOVAES, 1996)

FRANCO & AGOPYAN (1993) destacam que o maior responsável pelo sucesso no estabelecimento dos requisitos iniciais de projeto é o proprietário, ao qual cabe "*definir requisitos e objetivos completos e*

realísticos ao empreendimento" e *"garantir para os demais participantes o completo entendimento do papel e responsabilidades"*.

Contudo, às vezes o proprietário não sabe exatamente o que quer ou está equivocado com respeito ao que realmente necessita. Outras vezes as exigências dos proprietários estão fora da realidade. Se os objetivos do empreendedor parecem muito gerais, eles devem ser traduzidos por metas e recomendações cuja quantificação e qualificação irão balizar o desenvolvimento da atividade de projeto. Estes objetivos podem ser alcançados se:

- a definição do "bom trabalho" é comunicada e completamente entendida por todos os membros da equipe de projeto;
- o orçamento e a programação do proprietário são realistas;
- todos os participantes do empreendimento conhecem suas funções.

É função da coordenação de projetos orientar o empreendedor na definição dos condicionantes básicos de projeto.

3.4.5 Coordenação de projetos

FRANCO & AGOPYAN (1993) caracterizam a coordenação de projetos como a atividade que dá suporte ao desenvolvimento de projeto, para que estes projetos sejam elaborados de maneira a atenderem os objetivos do empreendimento. Os principais objetivos da coordenação de projetos são:

- garantir a perfeita comunicação entre os participantes do projeto;
- garantir a comunicação e a troca de informações entre os diversos integrantes do empreendimento;
- coordenar o processo de forma a solucionar as interferências entre as partes do projeto elaboradas pelos distintos projetistas;
- garantir a coerência entre o produto projetado e o modo de produção;
- conduzir as decisões a serem tomadas no desenvolvimento do projeto;
- controlar a qualidade das fases de desenvolvimento do projeto, de acordo com as especificações e requisitos previamente definidos (incluindo custos, prazos, especificações técnicas).

Segundo MELHADO (1994), a diretriz básica a ser adotada em projetos de edifícios, quanto à constituição e coordenação da equipe, pode ser assim resumida: *"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."*

O autor ainda ressalta que a qualidade do trabalho de coordenação é de grande relevância para o sucesso do empreendimento, encaminhando decisões que, além de atenderem ao programa de necessidades, garantirão os níveis de racionalização e construtibilidade desejados. A coordenação deve ainda promover a adequada comunicação entre os projetistas, a análise de custo e viabilidade de alternativas de projeto, enfim, tem a responsabilidade de elevar o resultado do trabalho de toda a equipe.

Como coordena as várias especialidades do processo de projeto, é atividade fundamental para obtenção da qualidade do produto final. Um alto grau de qualidade dos diversos projetos separadamente não garante a qualidade, as interfaces são as zonas mais vulneráveis para qualidade e nela os erros ocorrem com mais freqüência. (MESEGUER, 1991)

NOVAES (1996) salienta a importância da existência de informações e indicadores sistematizados, os quais facilitam o desempenho da atividade de coordenação. Também a realização de reuniões periódicas, com participação de representantes dos diversos agentes envolvidos no processo de produção da edificação, é considerada importante quanto à sistematização de procedimentos.

A empresa construtora-incorporadora geralmente tem o papel de articulador de informações ou o poder de delegar a responsabilidade da coordenação ao agente que julgar mais adequado. Com isto, é importante destacar que o controle das interfaces entre projetos e entre outras fases do processo de produção, e principalmente a decisão sobre os condicionantes do projeto estão sob o domínio da empresa construtora-incorporadora. (JACQUES & FORMOSO, 2000)

Não existe uma metodologia consagrada para a atividade de coordenação de projetos. O que acontece é que esta atividade acaba sendo desenvolvida por um profissional de "larga experiência", e isto leva a duas conseqüências: a qualidade final do projeto vai depender da maior ou menor motivação deste profissional, que por sua vez tenderá a aplicar técnicas e métodos por ele conhecidos, prejudicando algumas possíveis medidas de

racionalização. A segunda conseqüência é que esta tarefa, bem como sua experiência, não serão incorporados à "cultura da empresa", já que fica sob domínio restrito deste profissional (FRANCO & AGOPYAN, 1993). Isto ressalta ainda mais a importância de existirem dados e informações sistematizados.

Numa tentativa de estruturar uma metodologia para coordenação de projetos, FRANCO & AGOPYAN (1993), apresentam os principais aspectos a serem observados pela coordenação de projetos:

- clara identificação dos objetivos e parâmetros do projeto;
- definição clara de todas as partes que constituem os projetos, bem como seu conteúdo;
- a escolha dos profissionais ou empresas que deverão compor a equipe de projeto;
- a agregação ao projeto da máxima eficiência em termos de tecnologia e racionalização;
- a perfeita comunicação entre os agentes;
- definição e padronização da forma de apresentação das informações;
- criação de uma sistemática de avaliação e retroalimentação dos problemas enfrentados durante a atividade de projeto;
- integração entre projeto e obra.

Analisando a atividade de projeto e suas peculiaridades, podemos avaliar os problemas organizacionais e de relações que normalmente ocorrem durante a mesma. Estas peculiaridades foram citadas anteriormente no item 2.2, mas convém recordá-las:

- organização temporária e provisória;
- objetivo não repetitivo;
- quase sempre os executantes são congregados às vésperas do início, com diferentes visões do processo de produção;
- o gerente de projeto assume função transitória.

Na bibliografia encontramos os termos gerente de projeto, administrador de projeto e líder de projeto com significados bastante aproximados, e sua função tem várias definições, porém todas com um mesmo denominador comum e essencial, que se refere à atividade de administrar/gerenciar: *"processo que consiste em planejar, coordenar e controlar as ações e os meios de uma atividade para alcançar seus objetivos"*. (VALERIANO, 1998). Na construção civil o termo mais apropriado e difundido é o de *coordenador de projeto*, que compreende as mesmas atribuições e funções descritas.

O trabalho de gerenciar a atividade de projeto envolve coordenar os esforços de várias pessoas, o que envolve o gerenciamento de recursos humanos, além de todas as demais funções, como a de garantir a comunicação entre os diversos agentes e o claro entendimento das tarefas e atribuições de cada participante do projeto. Desempenhar essas funções requerem do gerente de projeto certos atributos ou "qualidades", em maior ou menor grau, de acordo com a natureza do projeto e do ambiente no qual está sendo desenvolvido.

SLACK et. al. (1997) enumeram cinco características principais para um gerente de projeto eficaz:

1. conhecimento e experiência coerentes com as necessidades de projeto;
2. experiência estratégica e liderança;
3. especialista na área do projeto para tomar boas decisões técnicas;
4. competência interpessoal e habilidade com pessoas;
5. habilidade gerencial.

VALERIANO (1998) classifica os atributos desejáveis ao gerente de projeto quanto ao conhecimento, às habilidades e às atitudes, conforme quadro 9.

Quadro 9: Atributos desejáveis no gerente (VALERIANO, 1998; p. 149)

Atributos desejáveis no gerente de projeto		
Conhecimentos	Conhecimento organizacional	Conhecimento do sistema administrativo-financeiro da organização
		Conhecimento do sistema de administração de RH da organização
		Conhecimento da organização e de suas práticas, políticas e valores
		Consciência de custo e das implicações administrativas das decisões técnicas
		Conhecimento dos produtos, missões e mercados ou clientes da organização
	Conhecimento técnico	Conhecimento em áreas correlatas à especialização
		Competência técnica na área de especialização
		Domínio de métodos de pesquisa
Habilidades	Habilidades de comando	Capacidade de planejamento, organização e controle
		Capacidade de liderança
		Capacidade de auto-análise
		Capacidade de alocação de recursos
		Capacidade de gerar confiança no superior
		Escolha do estilo de liderança adequado
		Habilidade de tomada de decisão
	Outras habilidades	Capacidade de trabalhar em equipe
		Criatividade
		Habilidade de relacionamento pessoal
		Capacidade de redigir com clareza, precisão e concisão
Atitudes	Posicionamento em relação a aspectos internos e externos	Interesse por questões administrativas
		Disciplina de trabalho
		Entrosamento com pessoal externo à organização
		Ambição profissional
	Estratégia de ação	Hábito de começar o ataque do problema pela revisão da literatura
		Hábito de leitura sistemática de textos técnicos

Evidentemente, nem todas as características ou atributos listados são indispensáveis a toda atividade de projeto. Como dito anteriormente, a necessidade de presença de cada atributo depende da natureza de cada projeto e do estilo ou cultura de cada empresa. Também os gerentes de projeto têm seus estilos peculiares, entretanto, quaisquer que sejam as preocupações e problemas, elas convergem para dois aspectos: a *produção,* ou seja, o resultado do trabalho que lhe foi atribuído e as *pessoas* que constituem sua equipe de projeto. (VALERIANO, 1998)

Embora ainda incomum de uma maneira geral, a figura do coordenador de projetos mostra-se cada vez mais necessária na construção de edifícios. Porém a definição do perfil deste coordenador apresenta muitas controvérsias, pela dificuldade de enquadrar em uma única pessoa todas as habilidades gerenciais e, principalmente, todo o conhecimento técnico apropriado referente ao edifício, o qual envolve diversas especialidades.

Na proposta de desenvolvimento da atividade de projeto deste trabalho, a formação da equipe de projeto merece destaque. Formar uma equipe representa o desafio de transformar um grupo de pessoas com especializações e históricos profissionais diferentes em um grupo de esforços cooperativos, visando os mesmos objetivos. Isto não é tarefa fácil, primeiro devido à própria natureza do ambiente de projeto e também pela cultura individualista tradicional do mesmo, o projeto constitui-se em um ambiente extremamente propício ao aparecimento de conflitos.

A formação da equipe de projeto passa por quatro fases, chamadas fases de desenvolvimento de equipes, passando por algumas

transformações que devem ser cuidadosamente conduzidas pelo coordenador de projeto: (VALERIANO, 1998)

1. Formação, caracterizada pelas expectativas e pela falta de definição de propósito do conjunto e de fracos ou inexistentes canais de comunicação. Ainda não há comprometimento das pessoas nem espírito de equipe. O relacionamento é superficial, distante, em um ambiente de confusão e certa agitação.
2. Turbulência, quando os contatos pessoais evoluem, gerando conflitos e ataques, há confrontações com o líder, manifestam-se resistências e desistências.
3. Normalização, ao se desenvolverem padrões de comportamento e processos de entendimento. Começa a haver coesão no conjunto, com retroalimentação, os confrontos são resolvidos e levantam-se importantes questões.
4. Desempenho, ao se atingir articulação entre os componentes da equipe, manifestando-se alta criatividade e flexibilidade. O tratamento é aberto, o ambiente é cooperativo, de apoio mútuo e de confiança.

TZORTZOPOULOS (1999) aponta que a diferente linguagem utilizada por cada projetista, em função de suas diferentes formações, ocasiona problemas de comunicação e compreensão na passagem dos requisitos de projeto de um a outro projetista. Também podem ocorrer problemas de compatibilidade entre projetos, principalmente devido ao alto grau de segmentação entre os projetistas, que muitas vezes atuam em diferentes organizações e em locais físicos distintos.

Ainda segundo a autora, dois pontos fundamentais para diminuir os problemas gerados pela diversidade do grupo de projeto são: o desenvolvimento de mecanismos motivacionais e o desenvolvimento de equipes multidisciplinares de projeto. Desenvolver confiança e envolvimento, bem como a participação de todos os agentes permite que os indivíduos compreendam melhor a racionalidade do processo de tomada de decisão, possibilitando melhorias na eficiência da comunicação organizacional e afetando o desempenho, o processo de inovação e a eficiência de um produto específico. As contribuições que o desenvolvimento de projetos por equipes multidisciplinares devidamente coordenadas oferece são a redução de incompatibilidades, a integração e colaboração entre os membros da equipe, melhoria das soluções adotadas em função de amplas discussões, entre outros.

A figura 6 exibe a proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar do projeto apresentada por MELHADO (1994), onde possui destaque a inserção do grupo de projetistas ligados ao Projeto para Produção.

Os conflitos durante a atividade de projeto podem surgir de sete causas potenciais, mostradas no quadro 10, bem como suas características. O conhecimento das causas de conflito são importantes para que o gerente de projeto possa administrá-las, muitas vezes até tirando proveito das mesmas.

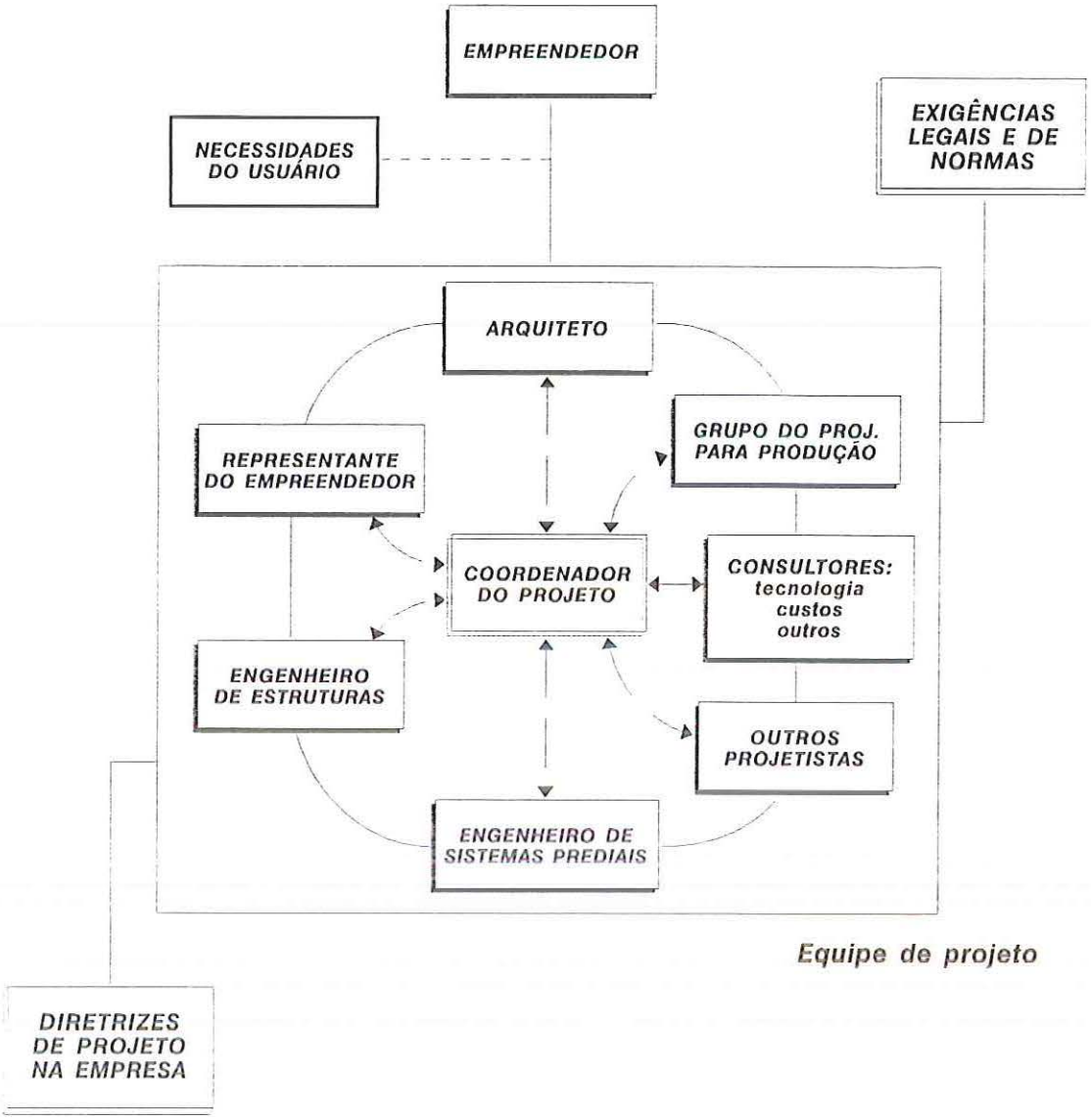

Figura 6: Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto (MELHADO, 1994; p. 189)

Quadro 10: Sete potenciais causas de conflitos no gerenciamento de projeto (VALERIANO, 1998; p. 166)

Potenciais causas de conflitos	Características
Cronogramas	Desacordos que se desenvolvem em torno de ocasiões, sequenciamento e cronogramas.
Prioridades	Os participantes do projeto divergem quanto à seqüência de atividades e tarefas que poderiam ser adotadas para a conclusão do projeto com sucesso.
Recursos humanos	Conflitos que surgem sobre a formação da equipe de projeto com pessoal de outras áreas funcionais ou de assessoramento ou então do desejo de usar pessoas de outro departamento para apoio ao projeto.
Balanceamento de opiniões técnicas e de desempenho	Os desacordos podem surgir, particularmente em projetos orientados para tecnologia, em questões técnicas, especificações de desempenho, ajustamentos técnicos e os meios para alcançar os desempenhos.
Procedimentos administrativos	Conflitos voltados para o gerenciamento e a administração, e que se desenvolvem sobre como o projeto será gerenciado, isto é, o relacionamento com o gerente de projeto, as definições de responsabilidades, o relacionamento nas interfaces, objetivo do projeto, negociações sobre trabalho com outros grupos e procedimentos com respeito a suporte administrativo.
Custos	Conflitos que se desenvolvem sobre estimativas de custo das áreas de apoio às diversas parte do projeto.
Conflitos de personalidade	Desacordos que tendem a girar em torno de diferenças interpessoais, em vez de questões técnicas.

3.4.6 Análise crítica de projetos

Segundo SOUZA et. al.(1994), a análise crítica de 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*".

De acordo com a norma ISO 9004, 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*". Os tipos de requisitos a serem satisfeitos são: (MELHADO, 1994)

- itens pertinentes à satisfação das necessidades do usuário;
- itens relacionados às necessidades de execução;
- itens vinculados ao controle da qualidade dos processos de execução.

Quanto aos momentos onde devem ocorrer as análises críticas, NOVAES (1999) define que *"enquanto a compatibilização de soluções deve ser efetivada nas fases em que são elaborados os projetos – estudo preliminar, anteprojeto e detalhamento (incluindo-se a elaboração do projeto legal) - , a análise crítica de projetos deve verificar-se nas interfaces entre estas fases, assim como na interface entre a etapa de projeto e a etapa de produção da edificação, com intensidades que variam conforme o nível de elaboração presente nos próprios projetos, em cada fase."*

A figura 7 ilustra o desenvolvimento das atividades de compatibilização e de análise crítica de projetos, nos momentos anteriormente identificados.

3.4.7 Registro de alterações e realimentação do processo

Durante as fases de planejamento da produção e de execução do edifício é possível a necessidade de alterações nas soluções de projeto. As

eventuais alterações exigidas devem ser registradas e incorporadas aos projetos, com identificação das versões resultantes, para atualização constante dos mesmos e representação fiel do edifício construído, o denominado projeto *as built,* com o objetivo de incorporação nos manuais de Uso e Manutenção.

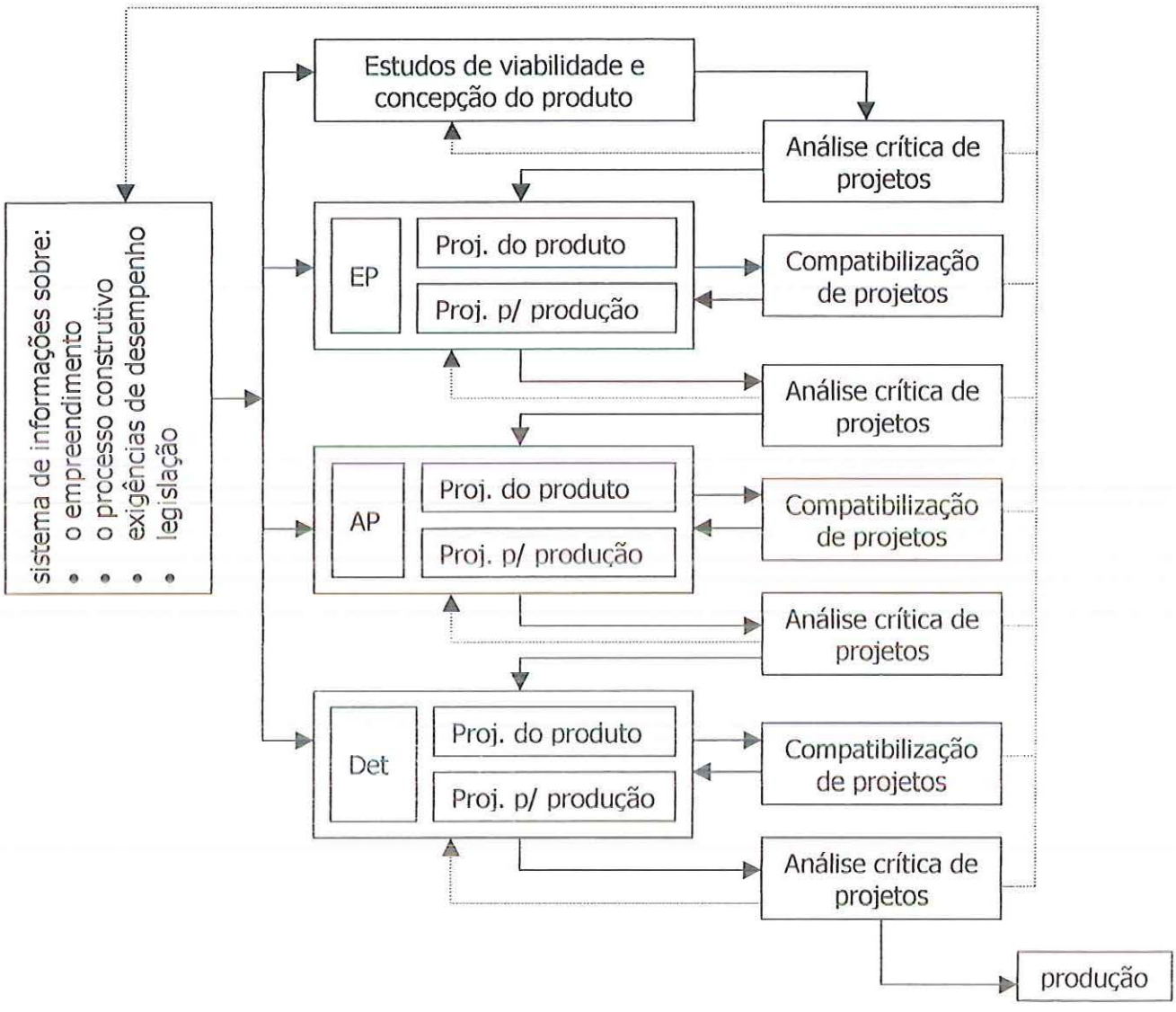

Figura 7: Fases do processo de projeto e atividades de compatibilização e análise crítica de projetos (NOVAES, 1999)

"O registro das alterações e das causas que as determinam propicia ainda a manutenção de memória do processo construtivo de edificações, para alimentação de projetos futuros com informações constantemente atualizadas, constituídas por soluções e respectivas técnicas construtivas, cuja padronização depende da eficácia dessas atividades, reiniciando o ciclo do processo de produção." (NOVAES, 1996)

3.4.8 O Controle do Projeto segundo a Norma ISO 9000/94

A análise quanto à aplicação dos itens das normas ISO 9001 e ISO 9002 nas empresas da construção de edifícios deve, primeiramente, estabelecer o caráter da atividade de projeto dentro da empresa. O projeto pode ser considerado sob três formas distintas dentro da empresa construtora, segundo SALGADO (2000):

- Projeto enquanto produto: é o caso da construtora que desenvolve os projetos que executa.
- Projeto enquanto documento: o projeto caracterizado como documento que circula dentro da empresa, devendo ser controlado, ter suas cópias atualizadas periodicamente e arquivadas.
- Projeto enquanto serviço prestado por terceiros.

A norma ISO 9002/94 não contempla o item específico de controle de projeto enquanto produto, como caracterizado acima. Porém, nas empresas que não desenvolvem projetos (situação da maioria das construtoras no país), os projetos são caracterizados tanto como documentos quanto serviços prestados por terceiros.

O projeto como documento enquadra-se no item 4.5 da ISO 9002, que trata do controle de documentos e dados, e estabelece que todos os documentos internos da empresa devem ser controlados, ter suas cópias atualizadas e as cópias antigas registradas e arquivadas.

O projeto também é caracterizado como serviço prestado por terceiros (projetistas), enquadrando-se no item 4.6 da ISO 9002, referente à aquisição. Para o atendimento aos requisitos deste item, a empresa precisa comprovar a realização do controle na contratação de fornecedores de materiais e prestadores de serviço. Especificamente para o caso do projeto, a empresa construtora deve definir procedimentos relacionados à seleção e qualificação de seus projetistas que serão avaliados periodicamente e receberão notas/conceitos indicando qual foi a avaliação do seu desempenho frente às exigências contratuais, entre elas, preço, prazo, atendimento e qualidade.

Além do controle na contratação de projetistas, "é fundamental a construtora realizar o seu controle interno no recebimento dos projetos, ou seja, é fundamental definir aspectos a serem observados na aceitação dos diferentes projetos que compõem o projeto completo da edificação". (SALGADO, 2000) Este controle atende às exigências de outro requisito da

norma, o item 4.10 – Inspeção e ensaios, e pode ser identificado com o controle de recepção de projetos já discutido neste trabalho.

A norma ISO 9001 inclui o requisito 4.4 – controle do projeto, que representa um controle mais efetivo do mesmo como atividade, segundo SALGADO (2000), envolvendo desde o controle dos dados para seu desenvolvimento até o controle de suas alterações, diferente do conceito de controle de documentos, aquisição e inspeção citados. A autora analisa os sub-itens deste requisito, identificando as ações necessárias para a padronização na elaboração dos projetos. Esta análise é mostrada no quadro 11.

Quadro 11: sub-itens do requisito 4.4 da ISO 9001: Controle de Projeto (SALGADO, 2000)

1. Generalidades	Para atendera a este sub-item a empresa deve ter um procedimento para elaboração, controle e verificação de projetos, assegurando o atendimento aos requisitos especificados para este.
2. Planejamento de projeto e de desenvolvimento	Deve-se estabelecer um Plano da Qualidade de Projeto, objetivando planejar e descrever as atividades de projeto, definindo os responsáveis (qualificados) para sua implantação. O Plano deve ser atualizado à medida que o projeto evolui.
3. Interfaces Técnicas e Organizacionais	É preciso definir as interfaces técnicas e organizacionais entre os grupos que participam do desenvolvimento do projeto, documentando as informações que comprovam estas interfaces. Além do controle e registro das interfaces, é necessário analisá-las criticamente. A compatibilização de projetos é uma arma poderosa contra o retrabalho e o desperdício. Portanto, para a melhoria da qualidade na produção de edificações é fundamental o desenvolvimento de procedimentos visando orientar projetistas na análise das interfaces de projeto.
4. Entrada de Projeto	São denominados dados de projeto todos aqueles parâmetros numéricos, critérios e requisitos sobre os quais se baseia o projeto. Todos esses dados devem ser listados, com o objetivo de facilitar seu controle. Assim sendo, deve-se elaborar um procedimento para coleta e controle desses dados, considerando os requisitos de entrada do projeto do produto quanto aos resultados de análises críticas de contrato. Esses requisitos de entrada devem ser identificados e documentados além de analisados em relação à sua adequação.
5. Saída de Projeto	Além de estabelecer procedimentos que visem controle da saída de projetos, é fundamental verificar e validar os requisitos de saída em relação aos requisitos de entrada, analisando criticamente os documentos de saída antes da liberação.
6. Análise Crítica de Projetos	A empresa deve possuir procedimentos e registros para a análise crítica de projeto. Esta análise crítica deve ser realizada dentro das informações de projeto passíveis de serem analisadas, ou seja, compatibilidade entre projetos, quantidade de informações apresentadas, qualidade na representação gráfica, atendimentos às necessidades e expectativas do cliente, cumprimento aos requisitos da qualidade definidos para o projeto, entre outros.
7. Verificação de Projetos	É necessário definir as medidas para verificação de projetos considerando as diferentes etapas por que passa um projeto (desde o estudo preliminar até o projeto de execução).
8. Validação de Projeto	A validação do projeto é obtida através da comprovação de que as necessidades e exigências dos clientes foram atendidas.
9. Alterações de Projeto	A realização das alterações de projetos deve ser justificada e essa justificativa deve ser registrada conforme procedimento específico para este fim. Além disso, qualquer alteração de projeto deve ser aprovada por pessoal qualificado antes da sua implementação.

CAPÍTULO 4

ESTUDOS DE CASOS JUNTO A EMPRESAS CONSTRUTORAS E ESCRITÓRIOS DE PROJETO

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos a partir da pesquisa realizada junto a duas empresas construtoras do ramo de edificações e a três escritórios de projeto, com a intenção de caracterizar o desenvolvimento da etapa de projeto, bem como levantar aspectos correlacionados à gestão da qualidade nestas empresas.

As empresas pesquisadas não são nomeadas neste trabalho, sendo citadas como A, B, C, D e E, por questões éticas.

4.1. INTRODUÇÃO

A pesquisa realizada desenvolveu-se em três etapas. A primeira etapa foi a seleção e caracterização de várias empresas de construção civil para estudo de caso, tanto empresas construtoras de edificações quanto escritórios de projeto, num trabalho realizado em conjunto pelos membros do GPEPC – Grupo de Pesquisa em Engenharia de Produção Civil. Na segunda etapa foram realizadas visitas a empresas construtoras, onde foram realizadas entrevistas para de caracterização geral da empresa (através da aplicação de um questionário comum ao grupo de pesquisa), e observações

de acordo com o objeto específico de estudo do trabalho de cada integrante do grupo. As entrevistas específicas variaram de acordo com a empresa, mas basicamente visam caracterizar o desenvolvimento do processo de projeto dentro da empresa, identificando iniciativas de melhorias e principais resultados. A terceira etapa constou da realização de entrevistas junto a escritórios de projeto, levantando informações sobre o processo interno de elaboração do projeto, o relacionamento entre projetista e construtora e integração projeto-execução, possibilitando a análise completa do processo de projeto e seu controle.

O questionário de caracterização geral de empresas e o roteiro básico para entrevista junto a empresas construtoras encontram-se em anexo.

As primeira etapa do trabalho de campo, bem como a aplicação do questionário de caracterização geral da empresa, foi realizada em conjunto pelo grupo de pesquisa GPEPC devido ao fato de que o objetivo dos integrantes do grupo é o mesmo: a inserção de metodologia da engenharia de produção na construção civil. O grupo fez um levantamento das empresas de construção na cidade de São Carlos, e também de outras cidades, para seleção das mais representativas aos objetos de estudo específicos de cada integrante do grupo.

Inicialmente, foram levantadas 27 empresas construtoras, deste total foram selecionadas as empresas que tivesse maior representatividade do setor, de acordo com o número de funcionários, estrutura da empresa, tempo de atuação no mercado e número de obras em andamento. Esta

seleção foi feita segundo um primeiro contato e realização de algumas perguntas.

É importante dizer que as empresas, na sua maioria, apresentam grande resistência quanto à inserção do grupo, criando dificuldades para o mesmo. Observamos também que a maioria das empresas contatadas estão num nível bastante inferior quanto a introdução de novas metodologias para racionalização da produção, qualidade e produtividade. Algumas até mostram algum interesse, mas descartam a aplicação destas iniciativas num primeiro momento.

Depois de contatadas cerca de 17 empresas, houve uma nova seleção das empresas que corresponderiam aos objetivos da pesquisa, ou seja, basicamente as empresa construtoras de edificações que adotam ou têm interesse em adotar melhorias para aumento da qualidade de seus produtos. Na grande maioria destas empresas era baixíssimo o nível de iniciativas para melhorias nos processos produtivos, e houve ainda grande resistência ao desenvolvimento das pesquisas nas mesmas.

Do resultado desta seleção, duas empresas foram selecionadas para estudo de caso. Embora o número restrito de empresas pesquisadas não permita a generalização das informações e dados obtidos, os critérios adotados para seleção das mesmas permite considerá-las como representativas de uma nova mentalidade com relação a introdução de medidas para racionalização da construção e melhoria da qualidade e produtividade. Ambas as empresas são de médio porte, categoria predominante no setor predial, apresentam alto grau de comprometimento

com a obtenção da qualidade em seus processos produtivos e possuem importante colocação no mercado. Foram levantados dados sobre o setor de suprimentos e fornecedores, planejamento e programação, gestão global e qualidade, aspectos tecnológicos e projeto.

Também foram levadas em consideração para as análises e objetivos deste trabalho, algumas pesquisas realizadas por outros autores em artigos de periódicos e trabalhos acadêmicos, sobre a inserção de conceitos de gestão da qualidade na construção civil e na atividade de projeto, caracterizando uma nova realidade no setor.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS PESQUISADAS

4.2.1 Empresas construtoras

Como o objetivo do trabalho consiste em estudar a metodologia de controle de projetos, visando uma maior integração entre as etapas de projeto e produção, e entendendo que muitos procedimentos correspondentes são também externos aos projetistas, a inserção acima pretendida foi buscada também em empresas construtoras, além dos escritórios de projeto.

A empresa A é uma empresa incorporadora-construtora com sede em Goiânia e obras em diversas cidades como Rio Claro, Araraquara, São

Carlos, Goiânia e São Paulo. A qualidade é utilizada como *slogan* pela empresa, apesar de não ter implantado nenhum sistema de qualidade. No entanto, promove ações para melhoria da qualidade, principalmente nos canteiros de obras, como por exemplo, a implantação da ferramenta 5S.

A empresa B também atua como incorporadora-construtora na região de São José do Rio Preto, sendo líder de mercado nesta região. Faz parte de um grupo de empresas diversificado, e após passar por uma crise, conseguiu posição de destaque no mercado lançando produtos diferenciados para um público alvo específico, o de classe média. A empresa tem implantado o Qualihab, sistema evolutivo de qualidade, exigido pelo Governo Estadual para concorrência pública no setor habitacional.

O quadro 12 mostra a caracterização geral das empresas construtoras pesquisadas.

Quadro 12: Caracterização geral das empresas construtoras pesquisadas

	Empresa A	Empresa B
Ramo de atuação	Construção de edifícios habitacionais	Construção habitacional e outros ramos de construção
Tempo de existência da empresa	6 a 10 anos	Acima de 11 anos
Obras em andamento	5 ou mais	5 ou mais
Número de empregados próprios	100 a 250	51 a 100
Pessoal subcontrado	85%	100%
Distribuição do pessoal próprio	83% em obra, 11% em áreas administrativas e 6% em engenharia	80% em áreas administrativas e 20% em engenharia
Distribuição do faturamento por tipo de cliente	100% clientes privados	100% governo federal
Faturamento anual	Acima de US$ 100.000	Acima de US$ 100.000
Patrimônio líquido	US$ 200.000 a US$ 500.000	Acima de US$ 500.000

4.2.2. Escritórios de projeto

Foram pesquisados três escritórios de projeto, sendo os escritórios C e D de projetos estruturais e o escritório E de arquitetura. Os escritórios selecionados para a pesquisa são da cidade de São Carlos e possuem grande consideração no mercado.

As entrevistas foram realizadas com os respectivos projetistas proprietários dos escritórios, abordando questões como a integração projeto-produção, a comunicação entre os agentes envolvidos no processo de produção de edificações, o desenvolvimento da atividade de projeto e o controle da qualidade.

O quadro 13 apresenta a caracterização geral dos escritórios de projeto pesquisados.

Quadro 13: Caracterização geral dos escritórios de projeto pesquisados

	Escritório C	Escritório D	Escritório E
Tempo de atuação	38 anos	10 anos	10 anos
Área de atuação	Projetos estruturais e consultoria	Projetos estruturais	Projetos de arquitetura, paisagismo e interiores
Projetos em andamento	12 a 20 (média constante)	8	25
Número de funcionários	10	6	1 contratado e de 4 a 5 parceiros
Estrutura organizacional	5 engenheiros, 4 projetistas, 2 secretárias	3 engenheiros, 2 projetistas, 1 secretária	3 a 4 arquitetos e 1 secretária

O escritório C possui uma alta consolidação no mercado, com um currículo bastante extenso em projetos de estruturas de concreto armado, projetos de estruturas metálicas, projetos de fundações, alvenaria estrutura e assistência técnica e consultoria. Destacam-se edifícios industriais, residenciais ou comerciais, de grande porte e altura. O escritório fornece projetos para obras em todo o país e alguns países do exterior. Em sua estrutura organizacional as áreas administrativas e de contabilidade são desempenhadas em conjunto pelo engenheiro sênior (engenheiro titular e fundador do escritório) e por seu filho, também engenheiro. O escritório conta com mais três engenheiras, quatro projetistas (desenhistas), uma secretária executiva e uma secretária geral.

O escritório D atua em diversos ramos de engenharia estrutural, com ênfase em edifícios industriais e comerciais em estrutura metálica. Sua estrutura organizacional apresenta três engenheiros proprietários, dois projetista e uma secretária.

O escritório E executa projetos arquitetônicos, de paisagismo e interiores tanto para obras residenciais e comerciais quanto para edificações. Atua em algumas cidades da região de São Carlos, principalmente, e tem uma estrutura organizacional enxuta, possuindo apenas uma funcionária contratada (secretária), além da arquiteta titular. Dependendo do volume de projetos, o escritório desenvolve parcerias com outros arquitetos, que atuam como prestadores de serviço, além da contratação temporária de estagiários.

4.3. PESQUISA JUNTO A EMPRESAS CONSTRUTORAS

A pesquisa junto a empresas construtoras procurou levantar dados tanto quanto ao desenvolvimento do processo de projeto no processo de produção, quanto a outros aspectos correlacionados à efetiva gestão do processo em busca da racionalização e aumento da qualidade e produtividade.

4.3.1 Setor de suprimentos e fornecedores

Na empresa A, a cotação e compra de materiais é realizada pelo escritório, onde é considerada uma combinação dos fatores: qualidade exigida no projeto, menor preço e pontualidade de entrega para a escolha dos materiais e fornecedores. Para os pedidos de materiais são utilizadas planilhas padronizadas da empresa (RMS – Requisição de Materiais e Serviços), com prazos de entrega variando entre 10, 20 ou 50 dias, dependendo do tipo de material pedido. Se ocorre atraso na entrega do material, é feito um controle de pendências também através de planilha padronizada. A comercialização das unidades construídas é feita através de imobiliária de terceiros.

Na empresa B é realizada uma previsão ou levantamento do material a ser utilizado em obra de acordo com a experiência construtiva da empresa.

Um fator que favorece este procedimento é a ocorrência de vários empreendimentos do mesmo tipo, basicamente condomínios residenciais para classe média. Não há um controle específico para verificação deste levantamento, embora a empresa garanta que geralmente este levantamento mostra-se apropriado. Em obra é realizado um levantamento do consumo de alguns materiais (através de planilhas de saída), e caso o material previsto não tenha sido suficiente, busca-se a causa dessa diferença. Segundo a empresa, essa diferença ocorre geralmente por desperdício por parte dos empreiteiros ou por retrabalho.

A empresa B possui uma parceria com uma imobiliária, que realiza a comercialização das unidades construídas.

Os procedimentos adotados pelas empresas pesquisadas quanto ao setor de suprimento e fornecedores é mostrado no quadro 14.

Quadro 14: Itens adotados pelas empresas construtoras pesquisadas quanto ao setor de suprimentos e fornecedores.

Itens adotados	Empresa A	Empresa B
Detalha de forma clara as especificações técnicas para as compras de materiais	X	X
Compra os materiais considerando a necessidade de outras obras	X	X
Controla o recebimento de materiais na obra, em Qualidade e quantidade (planilhas)	X	X
Inspeciona e orienta o armazenamento e movimentação de materiais em canteiro	X	
Qualifica e seleciona os fornecedores em função de seu desempenho (documentando)	X	
Promove parcerias com os fornecedores de materiais	X	X
Monitora frequentemente o estoque de materiais (relatórios)	x	

EESC - USP Biblioteca CAMPUS DE S. CARLOS

4.3.2 Planejamento e programação

A empresa A adota sempre o planejamento e a programação prévia de atividades como atividade usual de gerenciamento. Existe um departamento de planejamento, que cuida do orçamento geral da obra e dos projetos, todas as atividades da obra são planejadas e controladas pelo engenheiro responsável. São realizadas reuniões semanais com os empreiteiros para verificação do cronograma. Se ocorrerem atrasos, o cronograma de atividades é refeito sem alterar o prazo final de entrega das unidades aos clientes.

Cada obra é tratada separadamente, sem reutilização de recursos ou mão-de-obra remanescentes.

Mensalmente é realizado um controle de custos e um controle do cronograma de atividades. Quando detectado algum desvio, é utilizado um diagrama causa-efeito (espinha de peixe) para detectar as possíveis causas da diferença entre o real e o planejado, e então realizado um plano de ação. Para a empresa, não é problema ocorrerem desvios, mas é fundamental ter como detectá-los e poder corrigi-los em tempo hábil.

Na empresa B, a partir da data final de entrega do edifício que é fixa, é planejado e replanejado sempre que necessário o cronograma de atividades da obra. A trajetória da obra é planejada em função das unidades habitacionais. Há uma mesma seqüência de serviços: fundação do tipo radier, alvenaria estrutural, instalações e assim por diante. Como cada etapa é realizada por uma equipe diferente, esta equipe vai se deslocando,

seguida da equipe seguinte, de maneira independente. O acompanhamento é feito por unidades, de acordo com o planejado (número de unidades/ serviço/ tempo).

Não há, na empresa B, o compartilhamento de recursos comuns entre diferentes obras. Cada obra é considerada separadamente, com equipes diferentes e empreiteiros para cada obra.

Os itens adotados pelas empresas pesquisadas quanto ao planejamento e programação são mostrados no quadro 15.

Quadro 15: Itens adotados pelas empresas construtoras pesquisadas quanto ao planejamento e programação

Itens adotados	Empresa A	Empresa B
Organização do trabalho (escolha em quantidade e qualidade do pessoal, ordenação do trabalho, acompanhamento da evolução das técnicas construtivas)	X	X
Roteiros de procedimentos baseados em: redução de tempos mortos, racionalização em canteiro, ordenação de execução de atividades	X	X
Roteiros de procedimentos baseados em: prevenção de acidentes de trabalho, escolha de materiais adequados, controle de qualidade	X	X
Estudo do sistema construtivo (verificação de compatibilização de projetos, detalhamentos, memoriais e especificações)	X	X
Definição de tarefas prioritárias, atividades que podem ser executadas em paralelo, estabelecendo uma relação de dependência e determinação de datas de início e término das atividades	X	X
Organização das atividades (eventos) ao longo do tempo: cronograma de barras, Pert-CPM, outros	X	X
Sistemas de controle de custos, de tempos, de recursos, de qualidade que fornecem os padrões para o estabelecimento dos índices de produtividade	X	
Sistemas de informações com o registro da história tecnológica das obras que auxiliam na apropriação de índices ou medidas. Coleta de dados.	X	X

4.3.3 Aspectos tecnológicos

A empresa A adota fatores de modernização tecnológica na execução de obras, no manuseio de materiais e na racionalização de máquinas e equipamentos. Os aplicativos computacionais (*softwares*) utilizados são processadores de texto, programas CAD para projeto/desenho, programas para cálculo, orçamento e planejamento.

O principal fator de estímulo para o desenvolvimento tecnológico da empresa é a conquista e ampliação do mercado. Já o principal fator restritivo ao desenvolvimento tecnológico é o alto custo da implantação de inovações tecnológicas. O fator externo que pode influenciar o melhor desempenho do setor como um todo é a existência de uma política habitacional definida e estável.

As técnicas ou métodos construtivos inovadores aplicados às construções habitacionais que podem melhorar a produtividade da empresa A foram citados como sendo todas as inovações nos sistemas construtivos (técnica). A empresa atualmente começa a utilizar os sistemas de instalações do tipo PEX. Estas inovações podem reduzir o número de componentes ou itens utilizados nas construções.

A empresa B adota modernizações tecnológicas na execução das obras e na racionalização do uso de máquinas/ equipamentos. Isto é conseguido através de incentivos por parte da empresa construtora para os empreiteiros. Como 100% da mão-de-obra é empreitada, a empresa financia e estimula os empreiteiros a desenvolverem inovações tecnológicas para

uso em suas obras. Com isso, ambas as partes são favorecidas, os empreiteiros passam a ser constantemente contratados pela empresa construtora, que por sua vez, usufrui dos benefícios das inovações em obra sem sentir o custo das mesmas.

Os *softwares* utilizados pela empresa B são para desenhos/ projetos, controle de fornecedores, finanças e contabilidade, orçamento e processador de texto.

Na opinião desta empresa, os fatores de estímulo para o desenvolvimento tecnológico são a conquista e ampliação da atuação no mercado, a melhoria da qualidade do produto final, maior rapidez na execução das obras e diminuição dos custos da construção. Já os fatores restritivos ao desenvolvimento tecnológico citados foram: baixa qualidade da mão-de-obra, falta de obras/ descontinuidade, normalização e/ou códigos de obras/ construção defasados.

4.3.4 Gestão global e qualidade

Na empresa A, a direção da empresa tem demonstrado forte compromisso com a qualidade, e adota programas de melhoria da qualidade há três anos. Tem como destaque a implantação da ferramenta 5S nos canteiros de obras, promovendo uma competição interna entre as obras, medindo resultados desta implantação. Estes resultados englobam vários

fatores, como número de acidentes em obras, melhoria do ambiente de trabalho, entre outros.

A atitude dos supervisores com relação à qualidade contínua é considerada excelente, já o comprometimento com a qualidade por parte dos funcionários de obra, na execução de seus serviços individuais, é considerado como moderado.

As principais dificuldade na implantação de programas para melhoria da qualidade referem-se, segundo a empresa, ao comprometimento da direção da empresa e, principalmente, comprometimento por parte dos funcionários. Esta dificuldade ocorre por causa da cultura tradicional do setor e falta de confiança no programa, é difícil convencê-los no início de que as melhorias também os atingem.

Os resultados obtidos com a implantação de melhorias relacionam-se principalmente com a redução do número de acidentes e, apesar de não ser medido, é visível o aumento da produtividade.

As ferramentas da qualidade conhecidas e já usadas pela empresa são: folha de verificação, diagrama de Pareto, diagrama de causa e efeito, PDCA, 5S, gestão participativa e folha de planejamento (5W2H).

Na opinião da empresa, os três fatores mais importantes para melhorar sua lucratividade são, por ordem de importância: o custo da mão-de-obra por unidade construída, o custo dos materiais por unidade construída e a qualidade final do imóvel construído.

Quanto ao desperdício de materiais, para a empresa A, ele ocorre principalmente devido a retrabalhos provocados por despreparo da mão-de-

obra. Na opinião desta empresa, existe uma "cultura do desperdício" no país, em todos os setores, e apesar de concordar com o fato de que o desperdício na construção civil é grande, desconfia da afirmação já consagrada no setor de que a cada três prédios construídos um é desperdiçado, por não haver ainda medições suficientes e confiáveis que detectem este número. Considera que o principal fator que poderá reverter esta situação é a globalização, que exerce pressão competitiva para as empresas melhorarem a eficiência de seus processos produtivos.

A empresa A desenvolve programas de treinamento para o pessoal de áreas administrativas (escritório e engenharia), principalmente para atualização profissional quanto a novas técnicas construtivas, e a aceitação destes treinamentos por parte dos funcionários é considerada boa.

Não há intenção da empresa, no momento, em certificar-se em nenhum sistema da qualidade. O Qualihab não é objetivo da empresa, já que destina-se a empresas que participam de concorrências para obras públicas no estado de São Paulo, e quanto aos sistemas ISO 9000, a empresa acredita não serem apropriados ao setor da construção, já que foram desenvolvidos para outros setores da indústria, os quais são considerados pela empresa muito diferentes da construção civil.

Na empresa B, a alta direção da empresa mostra forte compromisso com a qualidade, assumida como estratégia competitiva. A empresa tem implantado o Qualihab e aponta seus principais pontos positivos e negativos:

- Pontos positivos: a empresa conseguiu mudar um pouco a mentalidade. No início houve grande resistência, os funcionários da empresa

consideravam o sistema muito burocrático e complicado, e também que seriam necessárias novas contratações. Depois de implantado, os funcionários perceberam que suas atividades continuavam as mesmas, eles apenas tinham que anotar seus resultados, o que por sua vez possibilitava uma maior visualização do processo por todos. Também com a implantação, foi possível levantar e medir alguns índices, melhorar o controle sobre os responsáveis de cada serviço. Outra grande vantagem: como cada mestre possui o procedimento de como executar, o processo de produção ficou padronizado. A obra como um todo ficou mais organizada, pois há um melhor controle. Antes da implantação, ocorria de existirem algumas obras organizadas e outras completamente desorganizadas, dependendo do engenheiro responsável por cada obra. Já com a implantação do sistema de qualidade do Qualihab, não há grandes diferenças entre uma obra e outra, o que facilita a gestão geral da empresa.

- Pontos negativos: o ponto negativo principal é que o processo é considerado muito burocrático. Para a empresa, o ideal seria reduzir o número de papéis. Além disso, outra grande dificuldade é elaborar os procedimentos de maneira prática. Atualmente a empresa está tentando ser mais objetiva e coerente com seus próprios procedimentos.

Quanto à qualidade do produto final edificação, a empresa busca constantemente a inserção máxima de inovações tecnológicas em canteiro de obras. Com isso tem conseguido um caráter mais industrial de seus canteiros. Para a empresa, a maior dificuldade na implantação de qualquer

melhoria de qualidade é mudar a cultura da empresa, ou os hábitos já adquiridos pelos funcionários.

Há uma grande diferença quanto à postura adotada pela qualidade por parte do pessoal de obra e o pessoal administrativo. O pessoal da obra está bastante comprometido com a qualidade e com a implantação do sistema de qualidade. Já o pessoal administrativo não acredita muito na implantação, isso porque o envolvimento deles é bem menor. Eles vêm o processo andar, a empresa ser certificada, mas com pouco envolvimento de suas partes, e então não dão importância. Com relação aos empreiteiros, eles também estão engajados com a qualidade, talvez, pelo mesmo raciocínio, porque também estão envolvidos diretamente no processo de implantação do sistema de qualidade.

O fato de existirem procedimentos de execução dos serviços também contribui para o envolvimento do programa. Como esses procedimentos são taxativos, ou seja, os funcionários são obrigados a segui-los para aceitação de seus serviços, não há como não adotar o programa de implantação do sistema.

A empresa B não busca, na prática, a utilização de ferramentas da qualidade. Existe, contudo, um controle estatístico próprio da empresa, um controle de execução (*checklists)* e uma verificação final de cada serviço executado. Este controle estatístico trata do levantamento de conformidades ou não-conformidades de cada atividade, para adoção do percentual de erro em cada atividade como indicador de qualidade.

Ainda assim, ocorrem desperdícios na execução das atividades. Na opinião da empresa B, este desperdício tem como causa principal o retrabalho provocado pelo despreparo da mão-de-obra. O principal desafio da empresa atualmente quanto ao sistema de qualidade implantado é a elaboração de procedimentos de tal maneira que os serviços sejam executados corretamente na primeira vez. Isso não acontece na prática, pois há apenas uma verificação final de cada serviço.

A empresa B citou os três fatores considerados principais para aumentar a lucratividade da empresa, em ordem de importância: 1) custo de mão-de-obra por unidade construída; 2) tempo de construção do imóvel e 3) despesas gerais administrativas. A empresa considera que, apesar de ter boa participação no mercado, devido principalmente a um trabalho de marketing, tem um problema de custo de produção. Provavelmente ela não teria competitividade em outras áreas ou outros mercados. Atualmente, a empresa tenta equacionar seus custos para avaliar este problema, além de começar a implantar um sistema de ganho variável. Como os materiais são comprados a um baixo custo, o problema está mesmo no custo da mão-de-obra devido à retrabalhos e desperdícios.

Quanto ao treinamento de funcionários, a empresa busca investir no treinamento de todos, até mesmo dos funcionários dos empreiteiros. A aceitação é considerada excelente, a não ser no início, ou se o funcionário for novo na empresa, há uma certa resistência. Este treinamento resultou em melhoria da produtividade e da qualidade tanto dos serviços executados quanto do produto final. A maior dificuldade no início foi treinar os

funcionários dos empreiteiros, pois o envolvimento dos empreiteiros era baixo. Foi preciso convencê-los de que é absolutamente necessária sua efetiva participação e envolvimento, pois só assim os funcionários têm credibilidade no treinamento.

4.3.5 Projeto

Num primeiro contato, foram levantadas as principais ações adotadas pelas empresas pesquisadas quanto à qualidade dos projetos, bem como aspectos gerais do desenvolvimento da atividade de projeto no processo de produção e sua integração com a etapa de execução. O segundo passo foi, através de entrevista específica sobre projetos, detalhar as ações levantadas inicialmente, buscando identificar os resultados e as dificuldades de iniciativas quanto à melhoria da etapa de projeto por parte das empresas construtoras. Na empresa B, foi entrevistado, além do diretor técnico da empresa, o responsável pela coordenação dos projetos.

Os itens adotados pelas empresas construtoras pesquisadas com relação à qualidade de projetos são mostrados no quadro 16.

Os itens assinalados correspondem a respostas espontâneas segundo os entrevistados em cada empresa. Em muitos deles, apesar de assinalados como existentes na empresa, eles não ocorrem de maneira formalizada, ou efetiva. A seguir, são detalhados os procedimentos adotados pelas empresas construtoras pesquisadas de maneira mais clara.

Quadro 16: Itens adotados pelas empresas construtoras pesquisadas com relação à qualidade de projetos.

Itens adotados quanto à qualidade de projetos	**Empresa A**	**Empresa B**
Diretrizes de projeto e padronização de componentes e detalhes construtivos	X	
Projetos complementares de execução (alvenaria, revestimento, impermeabilizações, etc.)	X	X
Mecanismos visando garantir a integração entre projetos	X	X
Mecanismos para seleção e avaliação de projetistas	X	
Controle de recebimento de projeto	X	X
Controle de revisões de projeto	X	X
Projeto *as built* (controle de modificações durante a execução), registro e atualização do projeto	X	X

Na concepção do empreendimento, a empresa A define o tipo de empreendimento a ser lançado segundo uma análise ou uma pesquisa de mercado realizada por corretores imobiliários. Esta análise leva em consideração a viabilidade do empreendimento de acordo com o retorno provável do investimento, contando para isso, com informações fornecidas pelos corretores sobre o terreno e sua localização, além de estimativas das necessidades dos clientes potenciais.

Todos os projetos são contratados de terceiros através de concorrências, a partir do projeto arquitetônico, antes do lançamento do empreendimento. É realizada uma reunião nesta fase, onde são definidos todos os requisitos para elaboração do anteprojeto e o cronograma de entrega dos projetos parciais, geralmente sem grandes espaçamentos entre uma fase e outra. O lançamento do empreendimento só é realizado após a entrega dos projetos preliminares por todos os projetistas.

A empresa A sempre projeta o *layout* do canteiro antes do início da obra, buscando a otimização da utilização da obra.

As informações fornecidas aos projetistas como diretrizes de projeto não são sistematizadas. É fornecida aos projetistas de fundações, estruturas, instalações, etc., apenas uma cópia do anteprojeto de arquitetura como dado de entrada para elaboração dos projetos. Já para o projeto de arquitetura, são fornecidas informações sobre o terreno, número de unidades a serem construídas, etc., de maneira informal.

Também não existe, na empresa A, uma seleção formalizada dos projetistas. Esta seleção ocorre segundo uma concorrência, a qual leva em consideração principalmente o custo de projeto. A qualidade de projeto é considerada, porém somente segundo conhecimento prévio dos projetistas por parte da empresa construtora, ou segundo indicações de terceiros. Não há indicadores de qualidade para avaliação da mesma em projetos, assim como não há mecanismos para avaliação formal dos projetistas contratados. A avaliação de projetistas foi citada como item adotado pela empresa A, mas vale ressaltar que essa avaliação ocorre somente de maneira informal, de acordo com a memória e experiências da empresa, não documentada e restrita aos diretores da empresa.

Os projetos complementares de execução utilizados pela empresa A são: projetos de fôrmas, impermeabilização, paginação de alvenaria, caderno de arquitetura para entrega ao usuário e eventuais detalhamentos.

O controle de recebimento de projetos adotado pela empresa A corresponde a uma planilha onde são detalhadas todas as datas de revisões

de projeto. Há uma grande preocupação em manter na obra somente projetos atualizados. Porém, não há um controle efetivo de recebimento de projetos, de acordo com listas de verificação (*checklists*) e análises críticas. Além do controle de revisões de projetos, existe também um controle de documentos e correspondências relativas ao projeto.

A empresa adota algumas medidas para melhorar a integração projeto-obra, que consistem na participação do engenheiro responsável pela execução durante as reuniões de projeto e a exigência da presença do projetista no canteiro de obras sempre necessário, geralmente na ocorrência de problemas.

A coordenação de projetos é realizada pelo projetista de arquitetura. Esta coordenação consiste na centralização de todas as informações relativas ao processo de projeto e na compatibilização dos projetos através de reuniões. Para a empresa, para exercer a função de coordenador de projetos, é necessário que o profissional possua alto conhecimento técnico e livre acesso à diretoria da empresa.

A comunicação entre a empresa A e os projetistas é considerada efetiva e constante, sem problemas durante o processo de projeto.

É rara a ocorrência de erros de projeto, pois os projetos são elaborados com um bom nível de detalhamento. O que acontecem geralmente são alterações de projeto, principalmente modificações de especificações de materiais. Quando ocorrem tais alterações, são realizadas reuniões com os projetistas envolvidos em obra, para atualização constante do projeto.

A qualidade do projeto, é caracterizada pela empresa A como: nível de compatibilidade entre projetos, número suficiente de detalhamentos e integração projeto-obra. Também foi citado o fator custo, para a empresa, deve haver coerência entre a realidade do custo de produção do empreendimento e o custo de projeto.

Na empresa B, o processo de projeto inicia-se na concepção arquitetônica do empreendimento, que conta com participação ativa da direção da empresa e do agente imobiliário, parceiro da empresa para diversas obras, fazendo basicamente uma análise de custo e retorno do investimento. Uma vez concebido o produto, parte-se para elaboração do projeto executivo de arquitetura, procurando definir o processo construtivo a ser utilizado, e em função disso, são contratados os projetos de fundações, estruturas, instalações, etc., sob orientação da coordenação de projetos.

Os projetistas são todos terceirizados e já trabalham com a empresa há algum tempo, somente o projetista de instalações hidráulicas não é constante para as obras da empresa. A escolha destes profissionais é realizada basicamente por referência (de qualidade) ou indicação. A partir daí, geralmente o profissional passa a trabalhar constantemente com a empresa. Não há uma preocupação em fazer concorrência por preço para escolha do projetista, pois o peso que este custo incide sobre o custo total da obra é baixo. Para a empresa, o custo de projeto conseguido é considerado pequeno.

Entretanto, já houveram dificuldades com alguns projetistas, que deixaram de trabalhar com a empresa por considerarem-na indecisa. O projeto muda muito na parte de execução.

Em obra, não são mantidos projetos atualizados. Geralmente são realizados rascunhos das modificações e somente ao final da obra realiza-se o projeto como construído (*as built*). A empresa já tentou adotar o projeto sempre atualizado em obra, mas não obteve sucesso. Muitas vezes a espera pelo detalhamento definitivo atrasava a obra, travando a execução. Há três meses todas as alterações passam pela coordenação de projetos mas o projeto modificado só é realizado ao final da obra. Segundo um dos coordenadores de projeto da empresa B, nem todas as alterações de projeto passam pelo projetista, para não afetar a rapidez da obra e reduzir a burocracia.

Também é citada pela empresa a ocorrência de erros de projeto, principalmente por falta de detalhamento ou má apresentação dos projetos. Um dos engenheiros da empresa considera que houve uma regressão quanto ao padrão de apresentação de projetos, e por outro lado, uma melhoria na compatibilização dos mesmos. Dois fatores vêm ajudando a empresa a reduzir erros de projeto e melhorar a interface projeto-execução: a elaboração inicial de uma unidade habitacional modelo, que funciona como uma espécie de laboratório para identificar possíveis problemas de execução, e simulações de projeto em *softwares* computacionais.

A empresa sempre realiza o projeto de *layout* de canteiro de obras antes da execução. A maior preocupação é com o deslocamento de

materiais (logística). A empresa, devido ao tipo de obra ser basicamente o mesmo, parte de sua experiência para montar o canteiro, assim o *layout* quase não muda nas diversas obras.

A coordenação de projetos na empresa B é realizada por dois coordenadores terceirizados, que funcionam como elo de ligação entre a construtora e os diferentes projetistas. Esta coordenação tem como função basicamente a compatibilização de projetos e a definição de detalhes construtivos. A coordenação avalia o que será de difícil execução, ou alguma eventual imposição da empresa construtora, e procura dar todo o suporte para a busca de soluções racionalizadas junto aos projetistas e seu devido detalhamento. A compatibilização entre os projetos de estruturas e instalações é realizada por um arquiteto terceirizado.

Uma vez formada a equipe de projeto, todos trabalham em conjunto, buscando o projeto simultâneo e com intensa comunicação entre todos os projetistas envolvidos.

4.4. Pesquisa junto a escritórios de projeto

Neste item são descritas as informações obtidas a partir de entrevistas realizadas com projetistas proprietários dos escritórios de projetos já caracterizados no item 5.2.2. Foram levantadas informações sobre o desenvolvimento do processo de projeto, a comunicação com a

construtora e os demais projetistas, qualidade projeto e aspectos sobre o controle de projetos.

4.4.1 Desenvolvimento do processo de projeto

No escritório C, o desenvolvimento do projeto varia conforme o tipo de empreendimento. No caso de edifícios residenciais, o processo ocorre geralmente nas seguintes etapas:

- pré-concepção (arquitetônica), onde o projetista de arquitetura consulta o projetista estrutural sobre alguns aspectos estruturais, como o posicionamento de vigas e pilares.
- Pré-executivo (pré-fôrmas) ou anteprojeto. Ocorre após aprovação legal do projeto arquitetônico. Nesta fase ocorre uma reunião com os demais projetistas e o coordenador de projetos (geralmente o próprio arquiteto) para definição dos detalhes para execução do projeto executivo.
- Desenvolvimento do projeto executivo, já com todos os detalhamentos.
- Ao final do projeto, é entregue ao contratante um cd-rom contendo todos os arquivos relativos a este projeto.

No caso de projetos de edifícios industriais, a principal mudança do processo descrito acima é que na maioria dos casos não há um projeto arquitetônico completo, apenas o layout da planta de fábrica e especificações quanto ao espaço e fechamentos.

Em cada etapa, as atribuições acontecem da seguinte forma:

- pré-fôrma: sob responsabilidade dos engenheiros mais experientes

- fôrma: o lançamento do modelo no programa de cálculo no computador é dividido entre os demais engenheiros (subordinados) e os projetistas (desenhistas).
- Detalhamento: sob responsabilidade dos projetistas
- A verificação antes da liberação para o cliente também é responsabilidade dos engenheiros mais experientes (proprietários do escritório)

No escritório D, o desenvolvimento do projeto também varia conforme o tipo e tamanho do empreendimento, com muitas semelhanças ao escritório C. Geralmente ocorre em três etapas: concepção, cálculo e verificações e detalhamento. Os responsáveis pelas fases de concepção e cálculo são os engenheiros e os responsáveis pelo detalhamento são os projetistas.

No escritório de arquitetura E, o processo de projeto é dividido nas seguintes fases:

- Estudo preliminar, onde ocorre a criação propriamente dita, e que consiste na elaboração de croquis. Nesta fase há uma intensa troca de informações com o cliente (contratante do projeto).
- Anteprojeto, ou projeto básico que é apresentado ao cliente e aos projetistas de fundações, estruturas e instalações.
- Projeto legal, ou de prefeitura, para fins de aprovação legal junto aos órgão competentes. Após esta aprovação, é liberado para o cliente para início da execução da obra.

- Projeto executivo, que consiste no projeto definitivo e detalhado do projeto de arquitetura, com lançamento de pontos de hidráulica e elétrica, paisagismo, projeto de interiores, paginação de pisos e azulejos, etc.

Todas as responsabilidades quanto ao desenvolvimento de cada fase e definições de projeto são do arquiteto titular, com a participação dos demais arquitetos parceiros.

4.4.2 Comunicação com a construtora e demais projetistas

Segundo o escritório C, o primeiro contato com a construtora ocorre na fase de concepção do empreendimento para contratação do projeto. A escolha do escritório pelo contratante é feita geralmente por indicação de outras construtoras. Muito comum também é a seleção dos projetistas através de uma concorrência, onde o principal critério levado em consideração para determinação dos projetistas é o preço.

Ainda segundo este escritório, a forma como os prazos de entrega do projeto são estipulados varia muito conforme a construtora contratante. Há construtoras que só lançam o edifício após a execução de todos os projetos e construtoras que lançam o edifício antes de contratar o projeto, e então exigem prazos extremamente curtos para sua execução.

A comunicação com os demais projetistas é bastante intensa nas primeiras fases do projeto, principalmente durante a concepção e a elaboração do projeto pré-executivo (anteprojeto). É comum a existência de uma a duas reuniões nesta fase, com intensa troca de informações, para

compatibilização e decisão conjunta de soluções de projeto. A partir dos resultados destas reuniões são elaborados os projetos executivos, referente a cada modalidade de projeto (arquitetônico, estrutural, de instalações, etc.). A comunicação com a empresa construtora, por sua vez, é intensa durante todo o processo de projeto, principalmente via internet (e-mail).

Na empresa D, o primeiro contato com a construtora ocorre de duas formas distintas: por indicação de outras construtoras (mais comum), ou pelo que o escritório chama de corpo a corpo, que é a apresentação do escritório para as empresas construtoras. Depois de contratado o projeto, a principal dificuldade é a determinação dos prazos de entrega. O escritório tem estabelecido como meta a realização do projeto no menor tempo possível, pois considera prazo o principal fator de satisfação do cliente, ou o principal índice de qualidade que o escritório tem a oferecer. Acontece algumas vezes de a empresa contratante estabelecer um prazo muito pequeno para elaboração, e aí o escritório é obrigado a recusar o serviço.

A comunicação entre o escritório D e a empresa construtora, no início do processo de projeto, ocorre através de reuniões para concepção e definições de projeto. Geralmente ocorrem de uma a duas reuniões, em poucos casos três, onde participam todos os projetistas. Para o projetista entrevistado é mesmo ideal que no início do processo o contato com o contratante seja pessoal, pois diminui as chances de má interpretação ou dúvidas quanto às informações trocadas. Depois do anteprojeto, o contato passa a ser principalmente via o próprio projeto, através da troca de correspondência eletrônica (e-mail).

Também no caso do escritório E, o contato com o contratante acontece por conhecimento prévio ou indicação do escritório por parte das empresas construtoras. Acontece, algumas vezes, do projetista apresentar-se por conta própria a algumas empresas, mas não é o caso mais freqüente.

O estabelecimento dos prazos para elaboração do projeto varia conforme o volume de projeto e é definido pelo próprio projetista, este prazo é negociado com o contratante, mas geralmente não é muito apertado.

A comunicação com a empresa construtora é bastante intensa e contínua durante todo o processo de produção. Segundo a arquiteta entrevistada, este intenso contato cria um vínculo muito forte entre o projetista de arquitetura e a empresa construtora, o qual favorece o entendimento entre as partes envolvidas e permite que o projeto seja melhor adequado às necessidades dos clientes.

4.4.3 Integração projeto-obra

No escritório C, é muito raro o contato com as obras durante sua execução, devido ao fato do escritório projetar para empreendimentos espalhados por cidades de todo o país e no exterior. Também não há participação de pessoal de execução durante a elaboração do projeto. Do ponto de vista do entrevistado, essa participação seria importante principalmente quando o projeto envolvesse novas técnicas construtivas.

Ainda segundo o entrevistado, é muito raro acontecerem erros de projeto durante a execução da obra, devido a um controle de cálculos

bastante minucioso e à larga experiência do escritório. Contudo, costumam ocorrer alterações de projeto na etapa de execução, geralmente devidas a modificações exigidas pela empresa construtora. Nestes casos, o escritório é sempre consultado e opina sobre estas modificações do projeto.

Já no escritório D, o contato com a execução da obra pode acontecer ou não, dependendo do contrato estabelecido com a empresa construtora. Geralmente este contato existe em obras de maior porte e é estipulado no contrato, visando garantir a devida assistência à execução. Já a participação de pessoal de produção na elaboração do projeto ocorre principalmente quando se trata de projeto de estrutura metálica, e muito pouco, ou raras vezes em projetos de concreto ou alvenaria estrutural. Para o entrevistado, isto acontece porque o próprio processo construtivo em estrutura metálica é mais organizado e tem um caráter mais industrial, possui elementos padronizados e exige uma lista de materiais mais detalhada.

Segundo o projetista, ocorrem erros de projeto não muito freqüentes. Estes erros costumam ser mais de ordem quantitativa que de concepção e cálculo. Erros de cálculos são mais raros, devido à utilização de *softwares* seguros e também de uma verificação detalhada dos mesmos. Já os erros de concepção são os mais graves, pois afetam o consumo de material e o desempenho da obra, causando conseqüências em todas as etapas do processo de produção. Já alterações de projeto ocorrem com bastante freqüência, principalmente devido a um planejamento inadequado ou incorreto por parte da empresa construtora. Um outro problema citado é a contratação de pessoal pouco qualificado para executar a obra. Este

problema ocorre principalmente em obras menores, e muitas vezes por isso o projeto é mal interpretado e executado de maneira errada.

No escritório E, visitas à obra fazem parte da rotina da grande maioria dos projetos desenvolvidos. Estas visitas tem como objetivo solucionar problemas que eventualmente ocorrem durante a execução ou elucidar detalhes de projeto que por ventura não tenham sido claramente entendidos. Não há a participação do pessoal de execução durante a elaboração do projeto.

Geralmente não ocorrem erros de projeto. A maior parte dos erros de projeto ocorrem quando o prazo é apertado e não é realizada uma revisão adequada. Alterações de projeto ocorrem bastante e a projetista geralmente é consultada sobre possíveis modificações do projeto no decorrer da execução, mesmo porque está sempre presente na obra quando necessário. Ainda assim, segundo a entrevistada, já aconteceu de modificarem o projeto e só a consultarem depois.

4.4.4 Qualidade de projeto

No escritório C, o documento fornecido como dado de entrada para execução do projeto geralmente é o projeto legal de arquitetura. Não existem especificações fornecidas pelo contratante quanto a exigências de qualidade. Na opinião do entrevistado, as construtoras não possuem pessoas capacitadas para julgar adequadamente o projeto estrutural, o que ele chama de verificador de projeto. As construtoras mais experientes

costumam adotar como único indicador de qualidade o consumo de concreto e aço, mas não julgam a compatibilidade estrutura X sistema construtivo.

Além disso, as construtoras não costumam exigir um nível específico de detalhamento do projeto, fica a cargo da experiência do próprio projetista. O escritório adota um nível bastante elevado de detalhamento e verificações.

Os softwares computacionais utilizados pelo escritório C são o Autocad (principalmente para utilização dos desenhos arquitetônicos recebidos), o TQS (para cálculo estrutural) e o STRAP (para análise e dimensionamento de estruturas metálicas, elementos finitos, etc.), além de programas usuais em ambiente Windows (editor de texto, planilhas, etc.)

O principal problema mencionado quanto ao processo de projeto é o fato de as empresas construtoras em geral levarem em consideração somente o preço do projeto quando contratados. Raros são os casos em que a construtora possui um profissional capaz de avaliar a qualidade do projeto quanto às soluções adotadas. Na opinião do entrevistado, o ideal seria a existência dentro da empresa construtora de um verificador de projeto estrutural, capaz de avaliar as soluções de projeto, que seriam assim, outro requisito na seleção de projetos.

Outros dois pontos foram mencionados pelo projetista entrevistado do escritório C, o primeiro diz respeito a projetos de arquitetura mal elaborados. Entretanto, de acordo com o entrevistado, nos dias de hoje esse problema já não ocorre com tanta freqüência, somente em projetos menores ou projetos residenciais. O segundo ponto é sobre prazos cada vez menores para elaboração dos projetos.

O entrevistado colocou-se amplamente favorável à aplicação de sistemas de gestão da qualidade na construção civil. A preocupação com qualidade dentro do escritório é grande, realizando investimentos em informática e mantendo seus funcionários constantemente treinados e atualizados. A qualidade do escritório é garantida pelo extenso currículo do escritório e seu nome consagrado no mercado.

No escritório D, todas as informações necessárias para o início do projeto são buscadas junto às empresas construtoras, e só então são estipulados os prazos de projeto. A seleção dos projetistas por parte das empresas contratantes varia bastante de acordo com a empresa e o tipo de empreendimento, mas basicamente é pelo preço do projeto.

Não existem muitas exigências de qualidade no projeto por parte das empresas construtoras, geralmente as empresas fazem poucas exigências quanto a relação de material e algumas quanto ao padrão de apresentação do projeto. É raro existirem exigências quanto ao nível técnico, somente quando a empresa adota alguma técnica construtiva menos usual, ela costuma ser mais criteriosa.

Quanto ao nível de detalhamento de projeto exigido pelas empresas construtoras, há uma diferença grande entre projetos estruturais de concreto armado e projetos em estrutura metálica. Nos projetos de estrutura metálica existem três níveis bem definidos quanto ao detalhamento de projeto, cada qual conveniente a determinada empresa contratante e tipo de obra. São eles: projeto básico, projeto semi-detalhado e projeto detalhado. As empresas fabricantes de estrutura metálica são bem organizadas e sabem

exigir o nível de detalhamento adequado de projeto, sendo que as maiores delas possuem um departamento específico de detalhamento. Já em concreto armado não existem exigências quanto ao nível de detalhamento de projeto. Este fica a cargo do projetista, que basicamente segue um padrão adotado pela maioria dos escritórios de cálculo estrutural, mesmo porque esses projetos são calculados em *softwares* computacionais comuns nesta área e possuem uma apresentação final padrão.

Os *softwares* utilizados pelo escritório D são, além dos programas usuais em ambiente Windows (processador de texto, planilhas, etc.): TQS (para cálculo em concreto armado), STRAP (para cálculo em concreto armado e aço), ST_CadEM (para detalhamento de estruturas metálicas) e Autocad (desenhos em geral).

Os principais problemas e dificuldades apontados pelo escritório D no processo de projeto são, em função da grande concorrência, dificuldades em convencer a construtora da solução de projeto adotada. Também é citado o problema ocasionado pela seleção de projetos pelo menor preço.

O escritório D tem procurado implantar algumas ações para melhoria da qualidade de seus projetos e também de seu processo de elaboração. São elas:

- um sistema que o entrevistado chamou de "tudo por programas", onde todos os detalhamentos são feitos diretamente e exclusivamente no computador;

- um novo sistema de conferência de cálculos, com o uso de cores, onde os cálculos são conferidos sempre por outro engenheiro, diferente daquele que calculou. Este sistema tem apresentado ótimos resultados.
- elaboração de procedimentos de cálculos para uso interno no escritório, ainda em fase inicial;
- estipulou como uma das atividades essenciais da empresa (além do projeto em si, da administração interna e da procura por novos clientes), a elaboração de material próprio da empresa sempre que possível, tais como estudos sobre diferentes soluções de projeto, baseados em registros de projetos anteriores (*feedback*) ou mesmo pesquisas de novos métodos, etc. Com isso o escritório tem ganho em eficiência, elaborando projetos em menos tempo e oferecendo ao cliente um produto final (projeto) de melhor qualidade, já que é possível avaliar a melhor solução antes da elaboração do projeto.

O escritório C considera importante e necessária a introdução contínua de sistemas da qualidade na construção. Sob o ponto de vista do entrevistado, os principais problemas da construção civil em geral são: a) alto nível de desperdício. Considera que a não existência de dimensões padronizadas dos elementos estruturais (essencialmente no método construtivo tradicional em concreto armado) dificulta o efetivo planejamento do processo de produção; b) o caráter que a construção civil possui em absorver mão-de-obra desqualificada; e c) geralmente, a segurança no trabalho no canteiro de obras é vista como custo adicional,

geralmente incluído no preço da mão-de-obra, sem adoções de melhoria ou investimentos nesta área.

No escritório E, as informações fornecidas para início do projeto costumam ser bastante vagas. A arquiteta realiza uma entrevista informal para levantar e avaliar as necessidades do cliente, e elabora então o programa de necessidades.

Também são poucas as exigências de qualidade de projeto por parte do contratante, em geral as empresas construtoras preocupam-se com o preço do projeto e acabam eliminando grande parte do detalhamento que o escritório tem como padrão. Com pessoa física isso muda um pouco, como em geral essas pessoas não tem grandes conhecimentos na área e pouca experiência construtiva, dão maior liberdade ao projetista em decidir o padrão adequado de projeto.

Os *softwares* utilizados pelo escritório E são o Office, o Autocad e, algumas vezes o Corel Draw.

O principal problema citado quanto ao processo de projeto no escritório E é o baixo preço do projeto exigido pelas construtoras, o que causa baixa qualidade do mesmo. No caso de contratos com pessoa física, o principal problema é a falta de conhecimento do papel do arquiteto na construção.

A entrevistada não possui grande conhecimento sobre gestão da qualidade ou sistemas da qualidade. Pelo pouco que conhece, acredita que é bastante viável para a etapa de execução da obra, por ter processos mais padronizados, além dos benefícios com relação à

preocupação com a necessidade dos clientes. O escritório busca melhorar constantemente seu processo de elaboração de projetos, atualizando os profissionais antigos e orientando os novos.

4.4.5 Controle de projetos nos escritórios pesquisados

Os tipos de controle de projeto adotados pelos escritórios pesquisados são mostrados no quadro 17. Dois tipos de controle que fazem parte do questionário aplicado não são adotados por nenhum escritório no momento: mapa de acompanhamento de projetos e registro de horas técnicas gastas em projeto.

Quadro 17: Tipos de controle de projeto adotados pelos escritórios pesquisados.

Tipos de controle	Escritório C	Escritório D	Escritório E
Controle dos dados durante a elaboração	X		
Controle final dos cálculos	X	X	
Mapa de acompanhamento de projetos			
Revisões de desenhos	X	X	X
Registro de informações sobre processos construtivos		X	
Checklists de verificação durante e ao final do projeto	X	X	
Comparação do projeto com "projeto modelo"	X		
Registro de documentos e correspondências enviadas e recebidas relativas ao projeto	X	X	X
Registro de horas técnicas gastas em projeto			
Verificação de serviços terceirizados		X	X
Cronograma de projeto	X	X	

No escritório C, existe um controle de cálculo rigoroso e eficaz, onde os projetistas mais experientes checam os resultados gerados pelo computador e também dão o aval final antes da entrega do projeto ao contratante. Porém este processo não é realizado de maneira formalizada. De acordo com o entrevistado, esta formalização não é necessária, pois os projetistas que realizam o controle do projeto são bastante experientes e com isso garantem a eficácia do método.

Apesar de citados os *checklist* de verificação durante e ao final do projeto, não existe um documento formal para este fim. Existe um sistema de controle durante e ao final de maneira informal, onde cada verificador usa uma caneta com uma cor específica e corrige eventuais erros ou dá seu aval final no próprio projeto, antes de ser entregue ao projetista (desenhista) para versão definitiva.

No escritório D, também observa-se grande preocupação com a verificação dos cálculos, embora isso também não ocorra de maneira sistematizada. O escritório tentou implantar dois outros tipos de controle, sem sucesso: mapa de acompanhamento de projetos e registro de horas técnicas gastas em projeto. No primeiro caso, o problema foi que esse mapa de acompanhamento não tinha um responsável definido, e como ficava sob responsabilidade de todos e de ninguém ao mesmo tempo, não funcionava. Já o registro de horas técnicas despendia muito tempo para medir estas horas. Agora o escritório começa a adotar um controle onde tenta medir um índice financeiro (ao invés do tempo), medindo quanto gasta e quanto recebe em cada projeto.

CAPÍTULO 5

DIRETRIZES PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES

Neste capítulo, a partir das observações realizadas durante os estudos de casos e da revisão bibliográfica abordada, procura-se identificar e caracterizar as diretrizes para o desenvolvimento de um efetivo controle do processo de projeto para edificações. Destaca-se a atividade de definição e sistematização dos dados ou entradas de projeto, que funciona como parâmetro básico para um controle adequado.

5.1 DEFINIÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS DE PROJETO

A ausência de dados sistematizados para elaboração dos projetos e verificação da qualidade dos mesmos mostrou-se causa principal da dificuldade em controlar a qualidade no processo de projeto nas empresas pesquisadas, fato apontado também por outros autores em seus trabalhos.

Como diretriz para o controle da qualidade de projetos, a sistematização de informações e indicadores da qualidade, caracterizada no item 3.4.4, implica na definição dos fatores condicionantes para obtenção da qualidade a ser atingida e na eficiência do controle da qualidade, pois permite que o mesmo seja feito de maneira sistemática, tanto no

autocontrole quando da elaboração dos projetos, quanto nas análises críticas para verificação dos mesmos.

A quantidade e complexidade das informações a serem fornecidas aos profissionais de projeto depende do nível do controle a ser efetuado, e este deve ser definido no plano de controle de qualidade. Neste plano, também devem ser devidamente definidos os responsáveis pela elaboração e transmissão das informações e em que momentos estas informações e requisitos serão necessárias e posteriormente verificadas. Também deve ser assegurado o acesso às informações e indicadores a todos os interessados e participantes do processo de projeto.

Existem informações ou dados de projeto relacionados diretamente a cada especialidade de projeto e que visam atender a normas técnicas e demais documentos legais que orientam suas próprias disciplinas. Os profissionais de projeto devem levantar as informações necessárias para cada fase do processo de projeto, estruturá-las e atualizá-las para uso durante a elaboração do projeto. Também cabe ao projetista gerar tipologias e soluções padronizadas para espaços, ambientes e elementos construtivos que o ajudem a fundamentar decisões de projeto. (NOVAES, 1996)

Ao cliente (contratante do projeto) cabe estabelecer de forma clara os critérios de projeto ao contratar os projetistas. Quanto melhor definidas as informações que servirão de entrada para o processo de projeto, maiores serão as chances de sucesso quanto à obtenção da qualidade dos projetos e do produto final, e também maior a eficiência do controle de qualidade. A

existência de parâmetros de projeto também fundamenta a análise crítica das alternativas e soluções apresentadas nos projetos.

As construtoras devem gerar registros padronizados de procedimentos, soluções e tipologias empregados na etapa de execução, que eventualmente servirão de informações a subsidiar a elaboração de projetos e escolha de soluções.

É importante ressaltar que estas informações devem ser documentadas e formatadas segundo padrões que facilitem sua transmissão e entendimento, tanto para uso na elaboração dos projeto pelos diferentes projetistas quanto para as atividades previstas para o controle da qualidade, nas atividades da coordenação e na análise crítica de projetos.

Respeitando as limitações deste trabalho, não é possível apresentar uma listagem detalhada de todas as informações necessárias para o desenvolvimento e controle de projetos, mesmo porque elas podem variar segundo o tipo de empreendimento, a estrutura organizacional das empresas envolvidas e o nível de controle a ser exercido. NOVAES (1996) apresenta os conjuntos de informações que contribuem para a elaboração e controle de projetos, de maneira geral, para cada fase do projeto: estudos de viabilidade do empreendimento, estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo. São eles:

a) Informações para estudos de viabilidade do empreendimento e elaboração do programa do produto

- caracterização da demanda: dados sócio-econômicos e culturais do público alvo;

- padrão do edifício, em função da demanda identificada, em termos de: quantidade e diversidade de ambientes privativos (dormitórios, sanitários, estar, etc.) e coletivos (salas para festas, piscinas, áreas de lazer, etc.), oferta de unidades que incorporam o uso da cobertura, quantidade de elevadores, quantidade de vagas na garagem por unidade;
- infra-estruturas urbanas existentes;
- posturas legais previstas em códigos urbanísticos municipais (leis de zoneamento), em termos de recuos mínimos, gabaritos máximos de alturas, coeficientes de aproveitamento do terreno, etc.
- levantamentos geográficos e planialtimétricos: perímetro e área do terreno, curvas de nível, declividades, determinação do Norte, localização de cursos d'água, fundos de vale, vegetação, etc.;
- condições geológicas do solo;
- condições arquitetônicas e histórico-sociais da vizinhança.

b) informações para o estudo preliminar

- concepção do produto, aprovada pelo agente promotor;
- disponibilidades técnicas e tecnológicas para o processo construtivo a ser empregado;
- dados climáticos e ambientais;
- posturas legais previstas nos códigos urbanísticos e de edificações dos municípios;
- condições de edifícios limítrofes;

- conjunto das informações advindas dos projetos para produção, em elaboração concomitante.

c) Informações para o anteprojeto:

- estudo preliminar de arquitetura;
- desenvolvimento tecnológico das alternativas selecionadas para os subsistemas estrutural e vedações, resultantes das decisões tomadas nas fases anteriores;
- características gerais dos projetos de elevadores: dimensões, capacidade, velocidade, tipo de portas, potência, geometria da casa de máquinas e do poço;
- posturas legais previstas em códigos sanitários e em exigências do Corpo de Bombeiros e em Normas Técnicas e manuais de concessionárias de serviços públicos;
- soluções para espaço e ambiente dos edifícios, passíveis de padronização, em função das suas características de uso, sobretudo os ambientes com equipamentos fixos, cujos posicionamentos podem também ser padronizados;
- padronização das seções transversais de pilares e vigas e da espessura das lajes, visando a racionalização do sistema de fôrmas e escoramentos;
- resistência característica do concreto (fck), compatível com o controle tecnológico exercido na execução;
- decisão quanto ao emprego de lajes racionalizadas durante a execução, com a possibilidade de eliminação de contrapisos;

- soluções construtivas envolvendo componentes das instalações prediais e sua interação como os demais subsistemas, sobretudo estrutura e vedações;
- conjunto de informações advindas dos projetos para produção, em elaboração concomitante.

d) Informações para o projeto executivo:

- padrões de acabamento para os vários ambientes do edifício, em função da demanda identificada;
- soluções construtivas e seleção dos materiais e componentes para o detalhamento de elementos construtivos (vedações internas verticais e horizontais, fachadas e coberturas);
- padronização do detalhamento das armaduras dos componentes estruturais de concreto armado, como, por exemplo, adoção de diâmetros preferenciais para as barras de aço; decisão quanto ao uso de telas soldadas e emprego de pré-montagem de armaduras;
- programação de atividades e serviços, previstos no planejamento da produção, por exemplo: ciclo de produção da estrutura, com os prazos para desforma das lajes;
- soluções produtivas para montagens de componentes, por exemplo, através da produção seriada ou no local (*kits*) com pré-montagens em usinas;
- nível de precisão construtiva e tolerâncias dimensionais resultantes;
- soluções construtivas padronizadas, representativas do nível de desenvolvimento tecnológico do processo construtivo, referentes,

sobretudo, às interfaces entre estrutura, vedações e instalações prediais;

- conjunto das informações advindas dos projetos para produção, em elaboração concomitante.

5.2 CONTROLE INTERNO AOS ESCRITÓRIOS DE PROJETO

O controle interno aos escritórios de projeto refere-se ao controle de produção, que consiste nas seguintes ações:

- autocontrole baseado em procedimentos;
- controle dos dados durante a elaboração dos projetos;
- controle dos cálculos;
- validação dos projetos;
- controle de modificações e revisões;
- registros e retroalimentação do processo.

5.2.1 Autocontrole e controle interno independente

Segundo MESEGUER (1991), para exigir que um operador execute um autocontrole de seu trabalho, é necessário assegurar que ocorram três condições:

a) que ele saiba o que tem a fazer, que implica no fornecimento de instruções precisas e claras, adaptadas ao seu nível de informação e à tarefa a ser cumprida por ele;

b) que ele saiba o que está fazendo, o que requer que o operador possua e utilize instrumentos de medida necessários para verificar de forma sistemática o resultado de sua tarefa;

c) que ele possa atuar convenientemente caso não ocorram as condições a) e b), o que significa outorgar ao operador suficiente autoridade e capacidade de decisão para que possa atuar caso o que esteja fazendo seja diferente do que deveria fazer.

Como diretriz para o controle da qualidade de projeto, é proposto que o escritório de projeto elabore procedimentos das atividades mais importantes de projeto, de maneira que estes procedimentos possam servir como instrumento para a padronização destas atividades e seu efetivo autocontrole. Estes procedimentos devem ser disponibilizados àqueles que executarão as atividades previstas. Além disso devem ser claros e de linguagem simples, para facilitar seu entendimento.

Também devem estar disponíveis e sistematizados os dados necessários para cada fase do projeto, como instrumentos necessários para sua elaboração, evitando ao máximo as incertezas que conduzem a erros e retrabalhos.

A elaboração de procedimentos visando padronizar as atividades essenciais de projeto não deve ser confundida com a restrição à capacidade criativa do projetista, ao contrário, pois a padronização é feita somente nas atividades inerentes à criação, garantindo a eficiência destas atividades, o que fornece ao projetista um tempo maior para dedicar-se à parte criativa dos projetos.

O escritório deve contar, ainda, com um controle interno independente, ou seja, executado sobre as atividades dos funcionários por um profissional diferente. Este profissional pode ser contratado externamente para exercício exclusivo do controle, ou pode ser um funcionário interno do escritório, que se responsabiliza pelo controle e verificação da atividade de outro funcionário.

5.2.2 Controle dos dados durante a elaboração de projetos

A partir da sistematização de todas as informações e requisitos de qualidade que servirão de dados de entrada para o projeto e sua devida disponibilização (item 5.2), deve ser estabelecido seu efetivo controle.

Os dados de projeto devem ser:

- listados para facilitar a elaboração dos projetos e a verificação final e validação dos mesmos;
- registrados em um documento adequado;
- mantidos atualizados caso ocorram alterações ou sejam fornecidos dados adicionais.

MESEGUER (1991) define que a sistematização e controle dos dados de projeto trata-se de uma boa prática de engenharia que conduz a projetos mais seguros e econômicos, pois:

- funciona como garantia a todos os membros da equipe de projeto, assegurando que todos utilizam os mesmos dados;
- elimina erros, ao estabelecer uma sistemática clara;

- facilita o estudo de soluções alternativas;
- permite um melhor controle e facilita sua revisão;
- ajuda na gestão do processo de projeto, ao identificar aqueles dados que ainda se encontram na espera e que devem ser completados o mais breve possível;
- em caso de falha ou desordem, ajuda a verificação das possíveis causas.

5.2.3 Controle dos cálculos

O controle dos cálculos deve ser planejado, estipulando os momentos onde devem ocorrer as verificações dos cálculos elaborados e os responsáveis por esta tarefa, de maneira que estas verificações possam ser realizadas em tempo hábil antes da liberação do projeto ao cliente.

É aconselhável que o controle dos cálculos seja realizado por um profissional diferente daquele responsável pelos cálculos. Este controle deve ser sistemático, devendo, para isso, ser realizado através de listas de verificação (*checklists*). O procedimento de verificação pode realizado de acordo com diferentes procedimentos, conforme descrito no item 3.3.3: controle total direto, controle total paralelo e controle estatístico, devendo ser devidamente estabelecido de acordo com as necessidades do projeto.

No caso de cálculos realizados por computador, o escritório deve conter informações suficientes sobre o programa utilizado, métodos de cálculo em que se baseia, simplificações adotadas, entrada e saída de

dados, regras de sinais, unidades, etc. (MESEGUER, 1991) Estas informações devem ser claras e acessíveis a todos os envolvidos no projeto.

5.2.4 Validação dos projetos

A validação de projetos deve ser realizada ao final de cada fase do projeto, antes da entrega dos projetos ao cliente.

Deve-se definir critérios para esta validação, levando em consideração:

- a conformidade do projeto aos interesses do cliente e aos itens ou requisitos de qualidade pré-estabelecidos, internamente ao escritório e pelo contratante;
- a apresentação do projeto, de maneira que: (MESEGUER, 1991)
  - seja correta (simbologia, escala adequada, informação geral suficiente) e não dê margem a confusões quando da sua interpretação;
  - corresponda aos cálculos;
  - contenha detalhes construtivos suficientes, corretamente descritos;
  - não sejam omitidos detalhes necessários à execução da obra.
- a verificação e devidas correções dos cálculos.

Para isso, é conveniente o uso de listas de verificação (*checklists*), para orientar e facilitar esta tarefa. Ao final, a validação de projetos deve ser documentada e registrada.

5.2.5 Controle de modificações e retroalimentação do processo

As eventuais modificações de projeto no decorrer da execução da obra devem ser registradas e incorporadas aos projetos, com a identificação das versões resultantes, datas das ocorrências e envio destas versões à obra. Este controle deve permitir sempre que o projeto represente fielmente o edifício construído, sendo que ao final da obra, exista o projeto como construído (*as built*), para incorporação nos manuais de Uso e Manutenção.

O controle de modificações ou alterações de projeto, e também todos os registros de qualidade documentados, permitem que sejam levantados os problemas ou a causa de determinadas ocorrências, fornecendo informações importantes para a elaboração de projetos futuros.

Por fim, periodicamente deve ser feita uma avaliação de todo o procedimento de controle utilizado, visando a melhoria constante do mesmo.

5.3 *Controle exercido pela empresa construtora/empreendedora*

Este controle refere-se ao controle geral da etapa de projeto e tem correspondência com o controle de recebimento de projeto. Consiste em algumas atividades, com especial destaque para a coordenação de projetos

- coordenação de projetos
- análises críticas
- validação do projeto

- controle de modificações e revisões
- registros e retroalimentação do processo

5.3.1 Coordenação de projetos

A atividade de coordenação de projetos foi discutida no item 3.3.5 deste trabalho, quanto a seus objetivos e responsabilidades. Como diretriz de controle de projetos, ela deve ser entendida como mais do que a simples compatibilização de projetos. De fato o controle das interfaces entre diferentes especialidades de projeto é de grande importância, pois representa a zona de maior vulnerabilidade para a ocorrência de erros. Outros controles que fazem parte desta atividade são: o controle dos dados de projeto, compatibilização de projetos, controle de revisões e controle de pendências.

Deve ser elaborado um planejamento de todas as atividades da coordenação durante o decorrer do processo de produção da edificação, definindo claramente as responsabilidades. Neste plano devem ser definidos:

- a organização dos dados e informações que servirão de entrada para o processo de projeto, em cada uma de suas fases, fornecidos pelo empreendedor/ construtor. Também devem ser definidos os momentos e as formas de transmissão destas informações aos projetistas.

- As reuniões de coordenação a serem realizadas durante o processo de projeto, e seus respectivos objetivos.
- Os momentos de análise crítica.
- Os critérios para avaliação do projeto quanto ao seu recebimento e validação.
- O controle de pendências de projeto.
- O controle de modificações e versões de projeto.

Tem ênfase nas atividades da coordenação a garantia da perfeita comunicação entre todos os agentes envolvidos no processo de produção, servindo de elo de ligação entre o agente empreendedor e os projetistas.

5.3.2 Análises Críticas

As análises críticas são abordadas no item 3.3.6 de projeto e consistem na verificação de cada fase do projeto, anteriormente ao encaminhamento dos mesmos à fase de execução, analisando a conformidade com as informações transmitidas aos respectivos profissionais de projeto e com padrões de apresentação. (NOVAES, 1996)

5.3.3 Validação dos projetos

A validação dos projetos de responsabilidade do empreendedor deve seguir a mesma orientação fornecida no item 5.2.4 deste trabalho, com o

objetivo de dar o aval final aos projetos em cada fase, liberando-os para a execução. Esta validação deve basear-se na conformidade do projeto verificada na análise crítica, estabelecendo critérios para liberação do projeto de acordo com determinadas não-conformidades (projetos com pendências).

5.3.4 Registros e retroalimentação do processo

Deve seguir a mesma orientação fornecida no item 5.2.5, com o cuidado de manter em obra apenas as versões atualizadas dos projetos, de maneira que ao final da etapa de execução o projeto represente fielmente o edifício como construído (projeto *as built*), facilitando a elaboração de um manual de uso para o proprietário do imóvel construído.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

6.1 CONCLUSÕES GERAIS

As mudanças que aparecem no cenário da construção civil brasileira apontam para um crescimento cada vez maior da preocupação com a melhoria da qualidade e a racionalização do processo de produção de edificações. Dentro deste contexto, já é irreversível a tendência de maior solicitação do processo de projeto em termos de eficiência e qualidade.

De acordo com a revisão bibliográfica analisada, é possível verificar que iniciativas visando a sistematização do processo de projeto, bem como a estruturação de um sistema de garantia da qualidade e o efetivo controle do mesmo, viabilizam a melhoria da qualidade do processo de produção de edifícios como um todo através de melhor eficiência do processo, redução de desperdícios e consequente redução nos custos e aumento da competitividade das empresas no mercado.

Os conceitos e metodologias provenientes da Engenharia de Produção são bastante viáveis para aplicação na construção civil, desde que se leve em consideração as diferenças e peculiaridades do setor. Já é uma realidade a inserção de vários destes conceitos atualmente, como opor exemplo conceitos de Qualidade Total e *lean construction* ou construção enxuta, que agrega várias teorias e técnicas gerenciais: TQM,

benchmarking, reengenharia, manutenção produtiva total e engenharia simultânea.

Entretanto, apesar de haver um movimento contínuo e crescente quanto a introdução dos conceitos de qualidade e produtividade na construção civil, este movimento aparece ainda de maneira bastante desordenada. Muitas empresas buscam apenas a certificação e não incorporam em seus ambientes a qualidade como filosofia, tornando o processo de implantação de um sistema de qualidade em algo burocrático e ineficiente. Fundamental para o sucesso do sistema é a atitude das pessoas da empresa com relação à qualidade. Assim, é necessário que haja uma mudança comportamental no setor, e essa mudança deve ser iniciada dentro dos cursos de graduação em engenharia civil.

6.2 Conclusões quanto aos estudos de caso

Embora não possamos generalizar as informações obtidas, os estudos de caso realizados atenderam adequadamente aos objetivos de servirem como base para a elaboração de diretrizes para o controle da qualidade de projetos, junto com a revisão bibliográfica. As empresas estudadas mostraram grande interesse pelo tema em estudo, destacando sua importância para a evolução do setor da construção civil.

As empresas construtoras pesquisada estão motivadas na busca de melhor qualidade de seus processos produtivos, porém possuem pontos de

vista diferentes quanto à certificação de sistemas da qualidade na construção civil. Estas empresas têm um caráter um pouco diferenciado da maioria das empresas construtoras tradicionais existentes na cidade e região de São Carlos, as quais encontram-se arraigadas na cultura tradicional do setor: de grandes desperdícios, baixa racionalização dos processos produtivos e a preocupação com a qualidade somente quanto ao padrão dos produtos utilizados para a construção.

Observou-se que as empresas estão preocupadas em melhorar a qualidade de seus processos, mas a princípio têm uma visão errada do que é um sistema de gestão da qualidade. Acreditam que o sistema representa muita burocracia e que implica somente em gastos adicionais. Porém, como observado na empresa B, depois de implantado o sistema, verificam que um sistema da qualidade não implica na realização de atividades adicionais. Muitas vezes as empresas só precisam documentar e sistematizar as ações já existentes, o que favorece a todos pela facilidade de visualização do processo como um todo e melhores condições de tomada de decisões sempre que necessário.

Nos escritórios de projeto é mais distante a realidade de implantação de um sistema da qualidade. Os escritórios C e E, por terem já uma reputação consagrada no mercado, não vêem necessidade de um sistema de qualidade, pois acreditam que o mesmo serve apenas como marketing para a empresa. Ainda, o escritório E acredita que a implantação de um sistema de qualidade é viável apenas para os canteiros de obras, mesmo mostrando não conhecer a fundo a filosofia e os sistemas de qualidade.

O escritório D, por ter menor tempo de atuação e estar ainda consolidando seu papel no mercado, é mais aberto e mostrou maior interesse quanto aos aspectos da qualidade apresentados. Também existe neste escritório um caráter mais inovador que nos outros dois, talvez porque os proprietários têm uma formação mais recente, sendo mais receptivos à mudanças e melhorias.

Em geral, as empresas pesquisadas, exceto a empresa B, a qual tem implantado o Qualihab, mostraram-se desconfiadas quanto aos benefícios que um sistema de qualidade pode oferecer. A implantação de sistemas de qualidade é sempre citada como um processo burocrático e dispendioso. Quanto aos escritórios de projeto, há ainda o receio de que o sistema de qualidade possa restringir a capacidade criativa do projetista. Na empresa B, notou-se grande esforço na adaptação dos conceitos embutidos no sistema de qualidade para os processos da empresa. Esta atitude nem sempre é encontrada nas empresas, muitas vezes o sistema da qualidade corre dentro da empresa como um processo paralelo, sem integração com os demais processos da empresa, efetuado apenas com vistas à certificação.

CORNICK (1991) discute os principais argumentos contra os sistemas de gestão da qualidade, dentre os quais destacam-se:

- "Qualidade é mais burocracia". Provavelmente porque quando surgiu, os sistemas de qualidade eram aplicados a grandes e complexos projetos, que exigiam maior quantidade de checagens e papéis. Na verdade, um sistema da qualidade não exige muito mais que os já existentes (porém

ineficientes) papéis, somente o necessário para demonstrar o que está sendo pedido e se isso realmente tem sido atingido.

- "Um sistema da qualidade formal limita a criatividade do projetista". O processo de projeto consiste basicamente de um processo criativo e de outros processos complementares, de análise, avaliação e refutação. São sobre estes últimos processos que um sistema da qualidade atua, não atingindo a parte criativa do processo.

Segundo o autor, não são necessárias grandes mudanças na atual atividade de projeto, visto que as empresas sempre se preocuparam em buscar qualidade. O engano que geralmente se comete é acreditar que gestão da qualidade é algo adicional ao que já se faz, quando na verdade é apenas um ajuste nas práticas existentes. As diferenças da prática atual de projeto são:

- a própria atividade de projeto necessita maior controle à medida em que passa por diversas fases;
- um maior número de pontos de checagem (*checkpoints*) devem ser requisitados para que se possa comprovar conformidade continuamente;
- mudanças – tanto para satisfação de novos requisitos quanto para correções que garantam o atendimento de requisitos existentes – devem ser aceitas como ações positivas e sistematicamente controladas.

EESC - USP Biblioteca CAMPUS DE S. CARLOS

6.3 QUANTO À REALIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho desenvolveu-se de maneira bastante satisfatória com relação ao atendimento dos objetivos propostos. É possível observar grande interesse pelo objeto de estudo em questão, tanto por parte das empresas pesquisadas quanto da aceitação constante de artigos relativos a este trabalho em congressos nacionais.

6.4 CONTINUIDADE DA PESQUISA

O conjunto dos conteúdos contemplados durante este trabalho permite a identificação de novos objetivos de estudo, para aprimoramento progressivo do processo de projeto e do setor da construção civil como um todo. Assim, para continuidade da pesquisa, destacamos:

- A estruturação de um sistema de controle da qualidade de projetos, identificando seus fluxos de atividades;
- Desenvolvimento de projetos para produção, de acordo com a grande diversidade da racionalização construtiva;
- Metodologia de coordenação de projetos;
- Elaboração de indicadores da qualidade para subsidiar o processo de projeto;
- Estudo da utilização de ferramentas para avaliação e melhoria da qualidade na atividade de projeto.

ANEXO

QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS PESQUISADAS

QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTA

"CARACTERIZAÇÃO"

GRUPO DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

GPEPC

USP - SÃO CARLOS

I. Caracterização Geral da empresa

CG1. Subsetor ou ramo atual de atuação:
☐ Apenas construção habitacional
☐ Construção habitacional e empreiteira de mão-de-obra
☐ Construção habitacional e comercialização de imóveis
☐ Construção habitacional e vendas de materiais de construção
☐ Construção habitacional e construção pesada
☐ Construção habitacional e outros ramos de construção

CG2. Quantos anos de existência tem a sua empresa?
☐ Até 3 anos ☐ 3 a 5 anos ☐ 6 a 10 anos ☐ acima de 11 anos

CG3. Qual o tamanho da empresa em números de empregados próprios?
☐ menos de 10 ☐ 11-50 ☐ 51-100 ☐ 101-250 ☐ 251-500 ☐ mais de 500

CG4. Qual o número atual de obras em andamento?
☐ nenhuma ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ou mais

II. Caracterização Específica da empresa

CE1. Indicar o percentual de pessoal subcontratado externamente para trabalhar na obra
a) pessoal subcontratado _____% b) pessoal próprio _____%

CE2. Distribuição percentual da mão-de-obra própria, no que se refere ao:
a) pessoal trabalhando na produção (obra) _____ %
b) pessoal lotado em áreas administrativas (escritório) _____ %
c) pessoal em projeto e engenharia (engenheiros) _____ %

CE3. Distribuição percentual do faturamento anual, segundo o tipo de construção
a) construção térrea (casa) _____ % d) obras públicas _____ %
b) construção predial (apartamento) _____ % e) outras obras _____ %
c) construção industrial/ comercial _____ %

CE4. Distribuição de faturamento por tipo de cliente
a) Privados _____% d) Governo Estadual _____%
b) Estatais e/ou Administração indireta _____% e) Governo municipal _____ %
c) governo Federal_____%

CE5. Montante do Faturamento Anual em dólares americanos (US$ comercial)
☐ até US$ 25000 ☐ US$ 25000 a US$ 50000
☐ US$ 50000 a US$ 100000 ☐ acima US$ 100000

CE6. Patrimônio Líquido em dólares americanos (US$ comercial)
☐ até US$ 100000 ☐ US$ 100000 a US$ 200000
☐ US$ 200000 a US$ 500000 ☐ acima US$ 500000

III. Setor de Suprimentos e Fornecedores

S1. Com relação a materiais comprados de fornecedores, quais os fatores efetivamente considerados?
☐ Qualidade exigida no projeto ☐ Menor preço

□ Pontualidade de entrega □ Flexibilidade de entrega
□ Relacionamento do passado □ Facilidade de pagamentos

S2. Quem realiza a cotação e a compra dos materiais?
□ escritório □ cada uma das obras

S3. Como efetua a comercialização das unidades construídas?
□ Vende diretamente a clientes □ Cooperativa/ consórcio
□ Utiliza imobiliária própria □ Utiliza corretores autônomos
□ Utiliza imobiliária de terceiros

S4. A empresa adota seriamente alguns destes procedimentos?
□ Detalha de forma clara as especificações técnicas para as compras de materiais
□ Compra os materiais considerando a necessidade das outras obras
□ Controla o recebimento de materiais na obra, em qualidade e quantidade (relatórios)
□ Inspeciona e orienta o armazenamento e movimentação de materiais em canteiro
□ Qualifica e seleciona os fornecedores em função de seu desempenho (documentando)
□ Promove parcerias com os fornecedores de materiais
□ Monitora freqüentemente o estoque de materiais (relatórios)

IV. PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO

P1. O planejamento e a programação das obras são realizados:

□ com a preocupação de minimizar o tempo total de execução da obra
□ buscando melhor utilização dos recursos
□ para obter o cronograma físico da obra para acompanhamento
□ para controle da execução das atividades seguido de reprogramação

P2. Indicar os itens adotados pela empresa relativos ao planejamento da produção:
□ Organização do trabalho (escolha em quantidade e qualidade do pessoal, ordenação do trabalho, acompanhamento da evolução das técnicas construtivas).
□ Roteiros de procedimentos baseados em: redução de tempos mortos, racionalização em canteiro, ordenação de execução das atividades.
□ Roteiros de procedimentos baseados em: prevenção de acidentes de trabalho, escolha de materiais adequados, controle de qualidade.
□ Estudo do sistema construtivo (verificação da compatibilização dos projetos, detalhamentos, memoriais e especificações).
□ Definição de tarefas prioritárias, atividades que podem ser executadas em paralelo, estabelecendo uma relação de dependência e determinação de datas de início e término das atividades.
□ Organização das atividades (eventos) ao longo do tempo: cronogramas de barras, Pert-CPM, outros.
□ Sistemas de controle de custos, de tempos, de recursos, de qualidade que fornecem os padrões para o estabelecimento dos índices de produtividade.
□ Sistemas de informações com o registro da história tecnológica das obras que auxiliam na apropriação de índices ou medidas. Coleta de dados.

V. PROJETO

J1. A empresa projeta o layout do canteiro antes do início da obra ?
□ não □ às vezes □ sempre

J2. De que forma são realizados os projetos e plantas? Assinale os que são terceirizados, se possível forneça o nome das empresas contratadas?

☐ Infra-estrutura ☐ Arquitetura ☐ Estrutural
☐ Fundação ☐ Hidráulica ☐ Elétrica

Existem diretrizes de projeto e padronização de componentes e detalhes construtivos?
Existem projetos complementares de execução (alvenaria, revestimento, impermeabilizações, etc.)?
Existem mecanismos visando garantir a integração entre projetos?
Existe algum mecanismo para seleção e avaliação de projetistas?
Existe controle de recebimento de projeto?
Existe controle de revisões de projeto?
Existe um projeto *as built* (controle de modificações durante a execução),registro e atualização do projeto?

VI. GESTÃO GLOBAL E QUALIDADE

Q1. A direção da empresa tem demonstrado um compromisso com a qualidade em suas decisões e ações?
☐ Nenhum ☐ Pouco ☐ Moderado ☐ Bastante

Q2- Como você qualifica a atitude de seus supervisores em relação a uma qualidade contínua?
☐ Pobre ☐ Razoável ☐ Bom ☐ Excelente

Q3. O compromisso com a qualidade é compartilhado por seus funcionários? Indicar o nível de comprometimento.
☐ Pobre ☐ Razoável ☐ Bom ☐ Excelente

Q4. Seus empregados costumam adotar as políticas da empresa, na execução de seus serviços individuais?
☐ Nenhum ☐ Pouco ☐ Moderado ☐ Bastante

Q5- Algumas destas ferramentas da qualidade são conhecidas e já foram usadas na empresa?

☐ Folha de verificação
☐ Diagrama de Pareto
☐ Diagrama de causa e efeito
☐ Diagrama de dispersão
☐ CEP (controle estatístico de processo)
☐ FMEA (failure mode and effects analysis)
☐ Estratificação
☐ Gráfico de setor
☐ SETFI (ferramenta de priorização)
☐ QFD (desdobramento de função qualidade)
☐ 5S
☐ PDCA
☐ Gestão participativa
☐ Folha de planejamento (5W2H)
☐ Avaliação de fornecedores

Q6. Na sua opinião o desperdício de materiais ocorre por:

☐ Erros ou falhas de detalhamento de projeto
☐ Retrabalho provocado por despreparo da mão-de-obra
☐ Canteiro de obras organizado de forma inadequada
☐ Deficiência no método de transporte fornecedor-obra
☐ Deficiência no manuseio de materiais na obra
☐ Quebras e perdas devido à má qualidade dos materiais

Q7. Na sua opinião, quais os três fatores mais importantes para melhorar a lucratividade de sua empresa? Assinalar apenas três por ordem de importância, numerando-os, sendo que o número 1 significa o mais importante:

- ☐ Tempo de construção do imóvel
- ☐ Custo de mão-de-obra por unidade construída
- ☐ Custo de materiais por unidade construída
- ☐ Despesas gerais administrativas
- ☐ Qualidade final do imóvel construído
- ☐ Pontualidade final do imóvel construído
- ☐ Qualidade de recebimento de materiais dos fornecedores
- ☐ Volume dos estoques de materiais de construção
- ☐ Volume dos imóveis construídos/ em construção e não vendidos
- ☐ Redução de acidentes de trabalho/ nº de dias de afastamento do trabalho

Q8. Sua empresa desenvolve algum tipo de programa de treinamento pessoal? Em que área?

☐ administrativa (pessoal de escritório) ☐ produção/obras

Q9. Como é a aceitação da mão-de-obra em relação aos treinamentos?

☐ Pobre ☐ Razoável ☐ Bom ☐ Excelente

VII. Aspectos Tecnológicos

T1. A Empresa adota algum tipo de modernização tecnológica?

- ☐ Na execução de obras
- ☐ No *layout* do canteiro de obras
- ☐ No manuseio de materiais
- ☐ Racionalização no uso de máquinas/equipamentos

T2. Que tipo de aplicativo/ *software* sua empresa utiliza em microcomputadores?

- ☐ Processador de texto
- ☐ Projetos/desenho
- ☐ Controle de estoques e fornecedores
- ☐ Finanças e contabilidade
- ☐ Projeto/cálculo
- ☐ Orçamento
- ☐ Planejamento, qual? (_____)

T3. Na sua opinião, quais são os fatores de estímulo para o desenvolvimento tecnológico de sua empresa?

- ☐ Conquista e ampliação do mercado
- ☐ Possibilidade de elevação dos preços
- ☐ Melhoria da qualidade do produto habitação
- ☐ Maior rapidez na execução das obras
- ☐ Diminuição dos custos de construção

T4. Em sua opinião, quais os fatores restritivos ao desenvolvimento tecnológico de sua empresa?

- ☐ Situação econômica do país
- ☐ Altos custos de implantação das inovações
- ☐ Qualidade da mão-de-obra
- ☐ Falta de obras/ descontinuidade
- ☐ Normalização e/ou códigos de obras/construção

T5. Que fatores externos podem influenciar o melhor desempenho do setor como um todo?

☐ Política habitacional definida e estável
☐ Maior controle de preço dos insumos produtivos
☐ Incentivo governamental a programas de treinamento de pessoal
☐ Incentivo governamental ao desenvolvimento tecnológico
☐ Outras políticas governamentais de apoio às pequenas e médias empresas do setor

T6. Quais técnicas ou métodos construtivos inovadores aplicados às construções habitacionais podem melhorar a produtividade em sua empresa?

☐ Inovações técnicas em elementos de alvenaria
☐ Inovações técnicas em painéis de concreto/ outros materiais
☐ *Kits* de material modularizado
☐ Modularização global em termos de alvenaria, esquadrias, madeira, e teto
☐ Pré-moldados em colunas, vigas, lajes
☐ Formas metálicas deslizantes para paredes e tetos
☐ *Kits* de elementos elétricos
☐ *Kits* hidráulicos pré-moldados
☐ Esquadrias pré-montadas

T7. Com relação ao número de componentes ou itens utilizados nas construções habitacionais, há possibilidade de sua redução em função de:

☐ Inovações técnicas nos materiais e componentes
☐ Inovações nos processos construtivos
☐ Padronização de projetos, desenhos e plantas
☐ Padronização de componentes aplicados à obra

Outros:

VIII. APROVEITAMENTO DA ENTREVISTA

A1. Qual a sua opinião em relação ao nível técnico das perguntas?

☐ Pobre
☐ Razoável
☐ Bom
☐ Muito Bom

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUMPÇÃO, J.F.P. *Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil: Modelo para Planejamento Estratégico da Produção.* Tese (Doutorado) – Escola Politécnica – USP, São Paulo, 1996.

BAÍA, J.L.; MELHADO, S.B. *Implantação de um sistema de gestão da qualidade em empresas de arquitetura.* São Paulo: EPUSP, 1998. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/221)

CAMPOS, V.F. *TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).* Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

CIC – COMISSÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO/FIESP Construbusiness 98: base do desenvolvimento sustentado. In: *2º Seminário da Indústria Brasileira da Construção.* São Paulo, maio/1998.

CHENG, L. et al. *QFD: Planejamento para a Qualidade.* Belo Horizonte: FCO, 1995

CORNICK, T. *Quality Management for Building Design.* Guilford: Butterworth-Heinemann Ltd, 1991.

DÓREA, S.C.L. *Qualidade da producão de estruturas de concreto armado para edifícios.* Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1998.

ESCRIVÃO FILHO, E. (Editor) *Gerenciamento da construção civil.* São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1998.

FABRÍCIO, M. M. *Processos Construtivos Flexíveis: projeto da produção.* São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1996.

FABRÍCIO, M.M.; MELHADO, S.B. Projeto Simultâneo e a Qualidade ao Longo do Ciclo de Vida do Empreendimento. *In: VIII ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.* Salvador: ANTAC, Anais em cd-rom, 2000.

FONTENELLE, E.C.; MELHADO, S.B. Proposta para Sistematização de Informações e Decisões nas Etapas Iniciais do Processo de Projeto de Edifícios. *In: VIII ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.* Salvador: ANTAC, Anais em cd-rom, 2000.

FORMOSO, C.T. /entrevista a E. Santin/ Planejar: possível e necessário. *Téchne.* São Paulo, n. 42, p. 18-22, set/out, 1999.

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)

GARVIN, D.A. *Gerenciando a Qualidade.* São Paulo: Quality Mark, 1992.

GOETSCHI, D.C.; DAVIS, S. *Implementing Total Quality.* NJ: Prentice Hall, 1995.

GUERRINI, F.M. *Um Sistema de Administração de Produção para empresas de pequeno e médio porte de construção civil.* São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1997.

GUS, M. Um modelo para a gestão da qualidade na etapa de projeto. In: *Métodos e ferramentas para a gestão da qualidade e produtividade na construção civil.* /editado por Carlos Torres Formoso. Porto Alegre: Programa da Qualidade e Produtividade da Construção Civil no Rio Grande do Sul, 1997.

HELMAN, H. e ANDERY, P. R. *Análise de Falhas (Aplicação dos Métodos de FMEA – FTA).* Belo Horizonte: FCO, 1995.

JACQUES, J.J.; FORMOSO, C.T. Definições de informações no processo de projeto. In: *VIII ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.* Salvador: ANTAC, Anais em cd-rom, 2000.

JURAN, J.M. e GRYNA, F. M. *Controle da Qualidade.* São Paulo: Makron Books, 1992

JURAN, J. M. e GRYNA, F. M. *Quality Analysis and Planning.* New York: MacGraw Hill, 1993

MARTUCCI, R. *Projeto Tecnológico para Edificações: Utopia ou Desafio?* São Paulo, Tese (Doutorado), FAU-USP, 1990.

MATOS, J. *O Fim de uma Lenda.* Revista Qualidade na Construção, n. 1, Ano I, julho, 1997.

MEDEIROS, H. *Instrumentos para Refinar o Cálculo.* Revista Téchne, n. 10, mai/jun 1994.

MELHADO, S.B. *Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.* São Paulo. Tese (Doutorado), Escola Politécnica – USP, 1994.

MELHADO, S.B. *O Processo de Projeto no Contexto da Busca de Competitividade.* In: Seminário Internacional: Gestão e Tecnologia na Produção de Edifícios – São Paulo, 1997.

MELHADO, S.B. A Qualidade na Construção de Edifícios e o Tratamento das Interfaces entre os Sistemas de Gestão dos Diversos Agentes. *In: VIII ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.* Salvador: ANTAC, Anais em cd-rom, 2000.

MERLI, G. *Eurochalenge: The TQM Approach to Capturing Global Markets.* UK: IFS, 1993.

MESEGUER, A.G. *Controle e Garantia da Qualidade na Construção.* Trad. Roberto José Falcão Bauer, Antonio Carmona Fº, Paulo Roberto do Lago Helene, São Paulo, Sinduscon-SP/Projeto/PW, 1991.

NOVAES, C.C. *Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais.* São Paulo. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica – USP, 1996.

NOVAES, C.C. Projeto de vedações como instrumento da compatibilização de projetos na construção de edifícios. In: *I Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho.* Recife: GEQUACIL/DPE/DEC/ POLI/UPE, *Anais,* v.I, p. 281-289, 1999.

NOVAES, C.C. Indicadores da Qualidade do Projeto do Edifício sob a Ótica da Empresa Incorporadora-Construtora. *In: VIII ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.* Salvador: ANTAC, Anais em cd-rom, 2000

O'CONNOR, J.T.; ASCE, A.M.; RUSCH, S.E.; SCHULZ, M.J. Constructability Concepts for engineering and procurement. *Journal of Construction Engineering and Management.* v. 113, jun, 1987. p.235-248.

PICCHI, F. A. *Sistemas de Qualidade: uso em empresas de construção de edifícios.* São Paulo. Tese (Doutorado), Escola Politécnica - USP, 1993.

PIMENTA, F. *Qualidade em projetos para construção civil.* Recife, 1999./Apostila de mini curso durante o I CITQUACIL – I Congresso Internacional de Tecnologia e Gestão da Qualidade na Construção Civil/

POMERANZ, L. *Elaboração e Análise de Projetos.* São Paulo: Hucitec, 1988.

ROSSI, L.H. *A qualidade no subsetor edificações: uma abordagem integrada a um sistema de administração da produção para a construção.* São Carlos: Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1999.

SALGADO, M.S. A Qualidade do Projeto segundo a Norma ISO 9001: roteiro para discussão. *In: VIII ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.* Salvador: ANTAC, Anais em cd-rom, 2000.

SARLI, A. F. *La Racionalización del Processo de Poducción y Circulación de la Vivienda.* Caracas, 1981.

SLACK, N. et al. *Administração da Produção.* São Paulo: Atlas, 1997.

SOUZA, R. et al. *Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras.* SindusCon-SP/SEBRAE, 1994.

SOUZA, A.L.R.; MELHADO, S.B. *O "Projeto para Produção" como ferramenta de gestão da qualidade: aplicação às lajes de concreto armado de edifícios.* Revista Téchne, n. 36, set/out 1998.

TZORTZOPOULOS, P. *Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte.* Porto Alegre: Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

VALERIANO, D.L. *Gerência em Projetos – Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia.* São Paulo: Makron Books, 1998.