

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**LEVANTAMENTO E LISTAGEM DE  
PROCEDIMENTOS E INFLUÊNCIAS DA  
ALVENARIA ESTRUTURAL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Fabiane Steckel Tambara**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2006**

**LEVANTAMENTO E LISTAGEM DE PROCEDIMENTOS E  
INFLUÊNCIAS ALVENARIA ESTRUTURAL**

**por**

**Fabiane Steckel Tambara**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil**

**Orientador: Prof. Eduardo Rizzatti**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2006**

---

© 2006

Todos os direitos autorais reservados a Fabiane Steckel Tambara. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Conde de Porto Alegre, n. 200/ 05, Bairro Centro, Santa Maria, RS, 97010-050

Fone (0xx)55 32230948; Fax (0xx) 32232480; End. Eletr: ftambara@terra.com.br

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**LEVANTAMENTO E LISTAGEM DE PROCEDIMENTOS E  
INFLUÊNCIAS DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

elaborada por  
**Fabiane Steckel Tambara**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Civil**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Eduardo Rizzatti, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Hélio Adão Greven, Dr. (UFRGS)**

**José Mário Doleys Soares, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 31 de outubro de 2006.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Eduardo Rizzatti, pela orientação, pela amizade, serei sempre grata pela oportunidade, confiança, respeito, incentivo e compreensão que possibilitou a realização deste trabalho.

Aos meus pais Natal e Maria Elizabeth, pela educação, incentivo e apoio necessário para desenvolvimento deste.

Ao Áureo, sempre companheiro, pelo estímulo e impulso neste final de trabalho.

A Prof<sup>ª</sup>. Margareth Jobim que sempre procurou dar rumo às minhas idéias.

Especial agradecimento a Téssia Kapp, sempre presente na minha caminhada e mais que incentivadora, uma grande amiga e colega.

Aos colegas do escritório Arq Conjunta LTDA pelo apoio e paciência diária.

Aos engenheiros Bruno Brondani (BK Construções), Carvalho (Nima Construções e Incorporações), Zófoli, Juliano Da Cás, Juliano Leite (RGA Incorporações e Construções), Selvino Stradiotto (Artecon Incorporações) e Amilton (JK Incorporações) pela cedência de seu tempo e contribuição indispensável para este estudo.

Ao Departamento de Estruturas e Construção Civil, da UFSM pela infraestrutura fornecida.

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Federal de Santa Maria

### **LEVANTAMENTO E LISTAGEM DE PROCEDIMENTOS E INFLUÊNCIAS DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

AUTORA: FABIANE STECKEL TAMBARA

ORIENTADOR: EDUARDO RIZZATTI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 31 de outubro de 2006.

O presente trabalho levanta os principais procedimentos e fatores intervenientes para selecionar uma tecnologia construtiva, pondo em foco o sistema de alvenaria estrutural. A listagem mostra-se simples, de fácil análise, proporcionando assim uma orientação segura. Também, nele, listam-se os principais itens que são considerados para a introdução de novas tecnologias nas empresas de construção civil e, ainda, analisa-se a teoria de auxílio à tomada de decisão referente ao emprego tecnológico. Os resultados da pesquisa exibem critérios percebidos em um dado espaço de tempo, portanto, podem variar e podem se modificar, já que não traduzem valores absolutos. Parte-se de um questionário aplicado a dirigentes, engenheiros e proprietários de empresas de construção civil, da cidade de Santa Maria, acerca da escolha da nova tecnologia empregada, no caso, a alvenaria estrutural, de forma a listar os principais condicionantes, benefícios e patologias desse sistema estrutural. A partir do diagnóstico, do questionário e da revisão bibliográfica dos aspectos relacionados à gestão da qualidade e das estratégias competitivas, estabelece-se uma lista de critérios que devem ser observados, sempre que se pretender implantar e selecionar uma nova tecnologia nas obras da construção civil. Listam-se os critérios mais relevantes a respeito das novas técnicas, porém cabe ao decisor, a quem seleciona a nova técnica, avaliar os critérios que serão importantes para um determinado empreendimento que situa a empresa ante o mercado. Seja qual for a alternativa escolhida, tal escolha deverá ser fundamentada em critérios que assegurem atendimento da maioria das necessidades dos usuários.

Palavras-chave: Seleção Tecnológica, Engenharia Civil, Alvenaria Estrutural.

## **ABSTRACT**

Master's degree dissertation  
Post-graduation in Civil Engineering  
Universidade Federal de Santa Maria

### **SURVEY AND LIST OF PROCEDURES AND INFLUENCES IN THE STRUCTURAL MASONRY**

AUTHOR: FABIANE STECKEL TAMBARA

SUPERVISOR: EDUARDO RIZZATTI

Date and Place of defense: October 31<sup>st</sup>, 2006, Santa Maria.

This work surveys the main procedures and intervenient factors in order to select a constructive technology focusing on structural masonry systems. The listing is simple and easy to analyze; therefore, it proportionates a safe orientation. Besides, the main items which are considered to the introduction of new technologies in companies of civil construction are listed. In addition, the aid theory of decision making is analyzed concerning the technological employment. The research results show criteria that are perceived in a given space-time, therefore, they may vary and modify themselves since they do not express absolute values. Firstly, a questionnaire was applied to managers, engineers and owners of civil construction companies from Santa Maria. The questionnaire was about the choice of this new technology employed, i.e., structural masonry, in order to list the main conditions, benefits and pathologies of this structural system. Based on the diagnosis of both the questionnaire and the bibliographic revision about the aspects related to quality management and competitive strategies, one established a criteria list that should be observed whenever one intends to implant and to select a new technology in the civil construction works. The most relevant criteria concerning new techniques were listed; however, the decisor responsible for selecting the new technique should evaluate the criteria that will be important to a certain undertaking which situates the company in the market. Whatever the chosen alternative, such choice should be based on criteria that assure service to most users' needs.

Key words: Technological Selection, Civil Engineering, Structural Masonry.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Lista de critérios .....	55
FIGURA 2 – Obtenção da classificação final das alternativas .....	56
FIGURA 3 – Família de blocos estruturais de comprimentos 15, 30 e 45cm, largura 15cm e altura 20cm (RAMALHO; CORRÊA, 2003) .....	100
FIGURA 4 – Família de blocos estruturais de comprimentos 20, 40 e 35cm, largura 15cm e altura 20cm (RAMALHO; CORRÊA, 2003) .....	100
FIGURA 5 – Formas e simetria (VARGAS, 1987) .....	107
FIGURA 6 – Disposição quanto à simetria das plantas (VARGAS, 1987) ....	107
FIGURA 7 – Disposição das instalações elétricas – eletrodutos que passam pela laje de forro ou de piso (VARGAS, 1987) .....	109
FIGURA 8 – Disposição das instalações elétricas – inaceitável, inutilização da parede (VARGAS, 1987) .....	109
FIGURA 9 – Disposição das instalações hidrossanitárias (VARGAS, 1987) .....	110
FIGURA 10 – Disposição das instalações hidrossanitárias (VARGAS, 1987) .....	110
FIGURA 11 – Formas dos edifícios com relação à robustez (VARGAS, 1987) ....	112
FIGURA 12 – Formas dos edifícios com relação à proporção (VARGAS, 1987) .....	112
FIGURA 13 – Formas dos edifícios com relação ao tamanho dos vãos (VARGAS, 1987) .....	113
FIGURA 14 – Efeito da forma do prédio na resistência à torção por causa da atuação de forças horizontais (DUARTE, 1999) .....	113
FIGURA 15 – Arranjos estruturais simétricos e assimétricos (DUARTE, 1999) .....	114
FIGURA 16 – Formas dos edifícios com relação à continuidade (VARGAS, 1987) .....	114



FIGURA 17 – Efeito do arranjo de paredes na resistência à torção do prédio (DUARTE, 1999) .....	115
FIGURA 18 – Distribuição das paredes ao longo da planta (VARGAS, 1987) .....	116
FIGURA 19 – Formas das lajes com relação à simetria (VARGAS, 1987) .....	117
FIGURA 20 – Formas das lajes com relação à continuidade (VARGAS, 1987) .....	117
FIGURA 21 – Formas das lajes com relação à competência torsional (VARGAS, 1987) .....	117
FIGURA 22 – Formas das lajes com relação à robustez .....	118
FIGURA 23 – Aberturas nas lajes (VARGAS, 1987) .....	118
FIGURA 24 – Efeito das elevações na robustez do prédio (DUARTE, 1999) .....	124

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Resistência dos blocos .....	100
QUADRO 2 – Relação de largura (L) x comprimento (C) (VARGAS, 1987) .....	112
QUADRO 3 – Relação de altura (H) x comprimento (C) (VARGAS, 1987) ...	112
QUADRO 4 – Simulação da redução de custo pela qualificação da mão-de-obra (SANTOS, 2002) .....	123

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Matriz de decisão .....	54
TABELA 2 – Resistência ao fogo/comparativo concreto sílico-calcário e tijolo de barro (CHICHIERCHIO, 1990) .....	119
TABELA 3 – Resistência ao fogo/comparativo concreto celular autoclavado, bloco cerâmico e concreto (CHICHIERCHIO, 1990) .....	120
TABELA 4 – Resistência ao fogo/comparativo bloco cerâmico (CHICHIERCHIO, 1990) .....	120
TABELA 5 – Propriedades e características térmicas e acústicas dos componentes da alvenaria (CHICHIERCHIO, 1990) .....	122
TABELA 6 – Controle e aceitação da alvenaria: tolerâncias para a produção de alvenaria estrutural .....	126

## **LISTA DE APÊNDICES**

APÊNDICE A – Questionário de avaliação dos itens observados na seleção tecnológica para o sistema estrutural de alvenaria estrutural .....	144
--	-----

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO**

<b>1.1 Considerações iniciais</b> .....	19
<b>1.2 Objetivos e hipóteses</b> .....	23
1.2.1 Objetivo .....	23
1.2.2 Hipótese adotada .....	23
<b>1.3 Justificativa do estudo</b> .....	23
<b>1.4 Metodologia da pesquisa</b> .....	24
1.4.1 Desenvolvimento da pesquisa .....	24
1.4.2 Etapas da pesquisa .....	24
<b>1.5 Estrutura do trabalho</b> .....	25

## **CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – INTRODUÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS**

<b>2.1 Introdução</b> .....	26
<b>2.2 Conceitos fundamentais: tecnologia</b> .....	27
<b>2.3 Seleção tecnológica</b> .....	29
<b>2.4 Panorama da seleção tecnológica</b> .....	30
2.4.1 Evolução tecnológica .....	30
2.4.2 Pesquisa e desenvolvimento tecnológico .....	32
<b>2.5 Estratégias competitivas</b> .....	33
<b>2.6 Gestão da qualidade</b> .....	36
<b>2.7 Setores que influenciam na escolha de novas tecnologias</b> .....	38
2.7.1 Projeto .....	38
2.7.2 Recursos humanos .....	41
2.7.3 Empreendedores .....	43
2.7.4 Suprimentos .....	44
2.7.5 Usuários .....	46
2.7.6 Legislação .....	48

## **CAPÍTULO 3: AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO (CRITÉRIOS PARA DECISÃO)**

<b>3.1 Introdução</b> .....	49
<b>3.2 Teoria da utilidade (Multi-Attribute Utility Theory – MAUT)</b> .....	51
<b>3.3 Método da análise hierárquica (MAH)</b> .....	53

## **CAPÍTULO 4: LISTAGEM DE PROCEDIMENTOS PARA SELEÇÃO TECNOLÓGICA**

<b>4.1 Os aspectos observados para implantação de novas tecnologias</b> .....	57
4.1.1 Questionário aplicado .....	59
4.1.2 Resultado do questionário .....	59
<b>4.2 Projeto</b> .....	61
4.2.1 Estabilidade estrutural .....	61
4.2.2 Segurança ao fogo .....	62
4.2.3 Segurança ao uso .....	63
4.2.4 Estanqueidade .....	63
4.2.5 Pureza do ar .....	64

4.2.6 Conforto acústico .....	65
4.2.7 Conforto visual .....	66
4.2.8 Conforto tátil .....	68
4.2.9 Conforto antropodinâmico .....	68
4.2.10 Higiene .....	68
4.2.11 Adequabilidade a usos específicos .....	68
4.2.12 Durabilidade .....	70
4.2.13. Economia .....	71
4.2.14 Aspectos a serem observados no setor de projetos.....	71
<b>4.3 Recursos humanos</b> .....	73
4.3.1 Fornecimento de mão-de-obra .....	73
4.3.2 Aspectos a serem observados no fornecimento de mão-de-obra .....	73
4.3.3 Treinamento da mão-de-obra .....	74
4.3.4 Aspectos a serem observados no treinamento da mão-de-obra .....	75
4.3.5 Documentação .....	75
4.3.6 Aspectos a serem observados na documentação .....	75
<b>4.4 Empreendedores</b> .....	76
4.4.1 Investimentos .....	76
4.4.2 Aspectos a serem observados em investimentos .....	76
4.4.3 Financiamentos .....	76
4.4.4 Aspectos a serem observados em financiamentos .....	77
4.4.5 Custos .....	77
4.4.6 Aspectos a serem observados nos custos .....	80
4.4.7 Prazos .....	80
4.4.8 Aspectos a serem observados nos prazos.....	80
4.4.9 Controle tecnológico .....	81
4.4.10 Aspectos a serem observados no controle tecnológico.....	81
<b>4.5 Suprimentos</b> .....	81
4.5.1 Fornecedores .....	81
4.5.2 Aspectos a serem observados nos fornecedores.....	82
4.5.3 Material .....	82
4.5.4 Aspectos a serem observados nos materiais .....	83
4.5.5 Transporte .....	83
4.5.6 Aspectos a serem observados nos transportes.....	83

4.5.7 Infraestrutura necessária .....	84
4.5.8 Aspectos a serem observados na infraestrutura necessária .....	84
4.5.9 Equipamentos disponíveis .....	84
4.5.10 Aspectos a serem observados nos equipamentos disponíveis .....	85
<b>4.6 Usuários</b> .....	85
4.6.1 Requisitos dos usuários .....	85
4.6.2 Aspectos a serem observados nos requisitos dos usuários .....	86
4.6.3 Assistência técnica e manutenção .....	87
4.6.4 Aspectos a serem observados na assistência técnica e manutenção.....	88
4.6.5 Marketing .....	88
4.6.6 Aspectos a serem observados no marketing.....	90
<b>4.7 Legislação</b> .....	90
4.7.1 Código de defesa do consumidor .....	90
4.7.2 Aspectos a serem observados no CDC.....	90
4.7.3 Resolução do CONAMA .....	91
4.7.4 Aspectos a serem observados na Resolução do CONAMA.....	93
4.7.5 Legislação municipal .....	93
4.7.6 Aspectos a serem observados na Legislação municipal .....	94
4.7.7 Lei das licitações .....	94
4.7.8 Aspectos a serem observados na Lei das licitações .....	94
4.7.9 Perdas na construção civil .....	94
4.7.10 Aspectos a serem observados nas perdas na construção civil .....	95
4.7.11 Resíduos da construção civil .....	95
4.7.12 Aspectos a serem observados nos resíduos da construção civil .....	96

## **CAPÍTULO 5: O CASO DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

<b>5.1 Sistema construtivo em alvenaria estrutural – conceitos básicos</b> .....	97
5.1.1 Tipos de alvenaria .....	98
5.1.2 Tipos de paredes em alvenaria estrutural .....	99
5.1.3 Elementos que compõe a alvenaria estrutural .....	99
5.1.3.1 Unidade .....	99
5.1.3.2 Argamassa .....	100
5.1.3.3 Armadura .....	101



5.1.3.4 Graute .....	102
<b>5.2 Listagem de condicionantes para o sistema estrutural de alvenaria estrutural</b>	<b>102</b>
5.2.1 Projeto .....	102
5.2.1.1 Importância da compatibilização dos projetos .....	103
5.2.1.2 Condicionantes .....	104
5.2.1.2.1 Arquitetônicos .....	104
A. Modulação .....	105
B. Flexibilidade de múltiplos arranjos .....	106
C. Simetria .....	106
D. Paginação .....	108
E. Simplificação do projeto .....	108
F. Passagem de dutos de inspeção .....	108
5.2.1.2.2 Estruturais .....	110
A. Distribuição dos elementos para estabilização da estrutura .....	110
B. Relação forma x altura .....	111
C. Vãos x proporções .....	111
D. Formas ideais de plantas .....	113
E. Forma e distribuição das paredes .....	115
E.1 Comprimento total das paredes estruturais .....	115
E.2 Lajes de piso e cobertura .....	117
5.2.1.3 Segurança contra fogo .....	118
5.2.1.4 Conforto térmico/acústico .....	121
5.2.2 Recursos humanos .....	122
5.2.2.1 Treinamento da mão-de-obra .....	122
5.2.2.2 Documentação .....	123
5.2.3 Empreendedores .....	123
5.2.3.1 Investimento .....	123
5.2.3.2 Financiamentos .....	123
5.2.3.3 Custos .....	124
5.2.3.4 Prazos .....	125
5.2.3.5 Controle tecnológico .....	125
5.2.4 Suprimentos .....	126
5.2.4.1 Fornecedores .....	126
5.2.4.2. Material .....	126

5.2.4.3 Transporte .....	127
5.2.4.4 Infra-estrutura necessária .....	128
5.2.4.5 Equipamentos disponíveis .....	128
5.2.5 Usuários .....	129
5.2.5.1 Requisitos do usuário .....	129
5.2.5.2 Assistência técnica e manutenção .....	129
5.2.6 Legislação .....	130
5.2.6.1 Legislação municipal .....	130

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES**

<b>6.1 Conclusões .....</b>	<b>132</b>
<b>6.2 Sugestões para trabalhos futuros .....</b>	<b>134</b>

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>135</b>
---	------------

<b>APÊNDICES .....</b>	<b>144</b>
------------------------	------------

# CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações iniciais

A economia do País tem-se mostrado estável ao longo dos últimos anos, entretanto o déficit habitacional urbano passou de 3.743.594 unidades, em 1991, a 5.297.946, em 2000, representando um acréscimo de 41,5% com taxa de 3,9% ao ano, segundo o Censo de 2000, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2001). Isso mostra que tal déficit habitacional é um dos graves problemas nacionais que, nos dias hoje, atinge principalmente as classes de baixa e média renda.

Em face disso, sente-se a necessidade, cada vez maior, de estudos que visem a minimização e a otimização dos custos e busquem qualidade no processo de construção civil brasileira, a fim de atenuar o problema da moradia e possibilitar o maior desenvolvimento da economia do País.

De acordo com Franco (1991, p. 126), “a evolução tecnológica na Construção Civil, como qualquer outro setor industrial, tem que ser baseada na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico”. Vale destacar que o processo de desenvolvimento tecnológico é de vital importância para uma empresa, pois está fortemente associado a sobrevivência dela.

Por parte dos empreendedores, existe uma crescente preocupação, por causa das transformações da economia e das alterações do perfil do mercado, com a necessidade de reduzir custos e de obter preços compatíveis, uma vez que há baixa capacidade de demanda e uma atual postura do consumidor que está cada vez mais consciente em relação tanto a seus direitos quanto à qualidade da obra.

Nos estudos de Reis (1998), verifica-se que entre os fatores que mais contribuem para a adoção dos sistemas de qualidade aparecem o aumento de competitividade das empresas (100% das empresas) e a melhoria da qualidade dos produtos (50% das empresas).

Sob a óptica da competitividade estabelecida pelo mercado e imposta às empresas, observam-se algumas vantagens tais como:

A competitividade hoje estabelecida é realmente o grande estímulo para que as empresas invistam na modernização de suas formas de produção, de maneira a obterem o aumento da produtividade dos serviços, diminuição da rotatividade da mão-de-obra, redução do re-trabalho e a eliminação de falhas pós-entrega e, por consequência, a redução de custos de produção (BARROS, 1997, p. 2).

Entretanto, as decisões estratégicas tomadas pelos dirigentes das empresas, em relação ao setor de produção, conforme Neto, Formoso e Fensterseifer (2002), muitas vezes, são incoerentes ou inconsistentes em virtude da superficialidade do processo. Os autores também consideram que a estratégia de produção, como um padrão de decisões referentes à função produção, deve ser tanto coerente tanto com a estratégia competitiva da empresa como com as outras funções administrativas que a compõem (marketing, recursos humanos, setor financeiro, etc).

Muitas vezes, as decisões são tomadas com base na experiência e na intuição dos dirigentes e adotadas para um curto prazo de tempo, o que pode resultar em erros de investimento que comprometem a sobrevivência financeira da empresa.

Nesse contexto, as empresas devem conciliar a entrada de mudanças tecnológicas, no processo construtivo tradicional, com a organização e a gestão do processo de produção empregado pela empresa, a fim de facilitar o desenvolvimento das mudanças propostas. Ao que tange à etapa dos procedimentos organizacionais, raramente ela é vista nas mudanças (fruto de estratégias competitivas), pois implica em uma reestruturação radical dos participantes dos setores produtivos.

Franco (1991) lembra que a etapa de concepção é de fundamental importância, visto que não existem soluções construtivas que sejam padronizadas. As soluções devem estar submetidas tanto às condições da cultura e da economia dos locais onde vão ser aplicadas, quanto ao perfil e à estrutura da empresa que a aplicará. O autor também reforça que o desrespeito a esses condicionantes levará a erros graves de concepção e ao inevitável insucesso.

No mesmo sentido, Almeida (1990, p. 84) afirma que “está exaustivamente comprovado que, em qualquer projeto, as etapas de concepção e planejamento, têm peso decisivo no desenvolvimento de fases seqüentes e no resultado final”.

Já, no que diz respeito ao processo de evolução tecnológica, Sabbatini e Agopyan (1991) ressaltam que, na construção de edifícios, a evolução tecnológica passa pela criação e pelo aperfeiçoamento não só de materiais e componentes, mas

também de procedimentos organizacionais (planejamento, administração e controle das operações construtivas).

Com o intuito de minimizar custos e prazos e otimizar e racionalizar o processo tem-se explorado, atualmente, o sistema construtivo de alvenaria estrutural que é muito difundido, principalmente pela existência de diversos recursos e programas habitacionais com financiamentos. Existe um incentivo à pesquisa e ao estudo do progresso desse processo que objetiva melhorar cada vez mais as novas técnicas, pois o sistema, quando concebido de forma adequada, reduz significativamente os custos e o tempo de execução da obra.

O uso de paredes de alvenaria, na estrutura de suporte de edifícios, não se constitui em uma inovação tecnológica recente, porque a alvenaria estrutural é um sistema construtivo muito tradicional e tem sido utilizado desde o início das atividades humanas. Segundo Sabbatini (2002), até o início do século XX, a alvenaria era o sistema mais utilizado, porque era seguro e durável como material estrutural, portanto, o único aceitado na estruturação de edificações de grande porte.

Franco (1991) salienta que, no processo construtivo, as paredes se constituem ao mesmo tempo no sub-sistema estrutura e vedação. A simplicidade resultante dele traz inúmeras vantagens do ponto de vista construtivo, pois possibilita a racionalização do processo, com a conseqüente diminuição de custos e de prazos. Todavia as soluções para as instalações hidráulicas e elétricas que incluam a execução de rasgos em paredes ou de improvisos não são possíveis, pois comprometem a segurança da edificação. Outras soluções devem ser pensadas, sendo necessárias consultas aos projetistas de instalações desde o início do projeto. Projetos de alvenaria estrutural têm, portanto, de ser racionalizados desde sua concepção.

A indústria da construção do Brasil, carente em normas, em grandes equipamentos e em fábricas, mas abundante em mão-de-obra, muitas vezes despreparada, faz com que o Sistema de Alvenaria Estrutural apareça, num primeiro momento, muito atraente aos construtores. Vale salientar que esse sistema construtivo só se tornará vantajoso pela otimização e pelo conhecimento de todas as etapas do processo em conjunto com a racionalização dos procedimentos. Machado (1999, p. 3) assegura que “a racionalização de projetos é um requisito fundamental para elaboração de projetos para alvenaria estrutural, para avaliar as vantagens que este sistema proporciona”.

Nessa mesma direção, Franco (1992) afirma que ainda é comum surgirem projetos com baixo nível de detalhamento e de coerência entre as partes e principalmente, sem coerência organizacional e tecnológica com o que é pretendido construir. Procedimentos incorretos, em relação ao desenvolvimento de projetos arquitetônicos, ainda são observados, por exemplo, quando se procura “adaptar” um projeto arquitetônico a um processo em alvenaria estrutural.

Em decorrência desse contexto, há a necessidade de estudos que balizem a inserção de tecnologia nas empresas de construção civil, de maneira que seus dirigentes a introduzam de forma consciente e adaptada às suas realidades.

Neste sentido, para minimizar as dificuldades de introdução de uma nova tecnologia no processo construtivo tradicional e estimular a competitividade entre as empresas que permita a constante busca de qualidade, listou-se os elementos e os fatores intervenientes capaz de auxiliar e condicionar a tomada de decisões cujos elementos devem ajudar no planejamento racional da nova tecnologia empregada.

A listagem contempla um conjunto de diretrizes balizadoras que envolvem todos os condicionantes do processo desde a organização da empresa, o projeto, os recursos humanos, os suprimentos, o usuário final, os custos, os prazos, a legislação até o controle da tecnologia de forma a contribuir para a seleção de novas tecnologias no interior da empresa, que levem em conta a realidade dela e a da localidade. As sugestões de como conduzir a seleção de uma nova tecnologia, devem ser apresentadas de forma clara, simples e de fácil manuseio, com resultados rápidos e suficientemente confiáveis.

Com este trabalho, desenvolve-se uma ferramenta capaz de beneficiar vários setores da indústria da construção civil. Em primeiro lugar o setor que abrange os dirigentes das empresas. Entende-se que os dados obtidos, depois de processados e analisados, serão de grande importância como ferramenta de auxílio e de orientação para a introdução de novas tecnologias, tais como a da alvenaria estrutural, visto que existe pouca literatura de auxílio aos profissionais que trabalham na área.

Em segundo lugar, o setor da construção propriamente dito. A existência de um sistema que auxilie na seleção tecnológica do sistema construtivo trará, junto com o aumento de qualidade e de produtividade na construção, uma efetiva redução de custos e de desperdícios.

## **1.2 Objetivos e hipóteses**

### **1.2.1 Objetivo**

O presente trabalho tem como objetivo principal levantar e listar os principais condicionantes e procedimentos de avaliação e de análise para uma seleção tecnológica, com foco no sistema de alvenaria estrutural, quando utilizada em obras da construção civil.

### **1.2.2 Hipótese adotada**

Adota-se a hipótese de que é possível gerenciar, por intermédio de um levantamento dos condicionantes, a seleção de tecnologia que deve constituir os sistemas construtivos a serem empregados em empresas da construção civil.

## **1.3 Justificativa do estudo**

Com a realização deste trabalho, procura-se contribuir para a tomada de decisão sobre o melhor sistema construtivo a ser adotado, abordando diversos aspectos tais como: qualificação do atendimento às necessidades do cliente, processo de projeto e execução, custos, prazos, fornecimento de materiais e orientação quanto à legislação vigente.

A alvenaria estrutural será o foco de análise deste estudo. Mostra-se a aplicação do procedimento sugerido; entretanto os resultados da pesquisa demonstram os critérios percebidos em um dado espaço de tempo, que podem variar e modificarem-se ao longo do tempo, pois não traduzem valores absolutos.

Almeja-se que este estudo venha a contribuir para uma tomada de decisão estratégica, que seja executada com segurança e confiabilidade, em todos os setores da cadeia produtiva da construção civil. Este estudo se volta, aos dirigentes das empresas que são os maiores responsáveis pela escolha do sistema construtivo que será utilizado em suas obras.

## **1.4 Metodologia da pesquisa**

#### 1.4.1 Desenvolvimento da pesquisa

A pesquisa é composta de duas etapas, sendo a primeira teórica. Nesta, há uma revisão bibliográfica para determinação dos conceitos, que busca a bibliografia mais confiável em livros e produção científica como teses e dissertações. Nesta etapa, também se faz uma pesquisa exploratória sobre os conceitos básicos do sistema construtivo de alvenaria estrutural e um levantamento de casos que devem servir como exemplo ou modelo para o desenvolvimento do trabalho.

A segunda etapa é o trabalho propriamente dito, ele reúne os condicionantes básicos, os modelos e as informações necessárias para a elaboração do levantamento que atenda o objetivo de auxílio na tomada de decisão sobre a para escolha da tecnologia a ser utilizada.

#### 1.4.2 Etapas da pesquisa

A primeira etapa é a de pesquisa bibliográfica que se constituiu de procura e análise da bibliografia disponível sobre os seguintes assuntos:

- evolução, pesquisa e desenvolvimento tecnológico.
- estratégias competitivas.
- gestão de qualidade.
- marketing.
- avaliação de desempenho.
- mensuração de desempenho.
- legislação vigente.
- Alvenaria estrutural.

A segunda etapa é elaborada pela reunião de dados obtidos na etapa anterior, ou seja, um rol de informações pertinentes colocadas em forma de lista, de modo a orientar os dirigentes na tomada de decisão sobre a escolha da tecnologia a ser utilizada.

As fontes de busca são muitas, entre elas: dados da literatura, pesquisas na Internet, contato com especialistas e entrevistas.



## 1.5 Estrutura do trabalho

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos além do capítulo introdutório que justifica o tema escolhido e expõe o objetivo, a hipótese adotada, a justificativa e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta os principais conceitos relativos à introdução de novas tecnologias, com uma revisão teórica sobre desenvolvimento tecnológico, estratégias competitivas e gestão da qualidade. Ele também apresenta os setores que influenciam na escolha de novas tecnologias.

No Capítulo III, são apresentados os conceitos relativos à seleção e aos critérios de decisão. Nele, analisa-se a melhor escolha entre as diversas tecnologias.

O Capítulo IV desenvolve o levantamento e a listagem empregada para a seleção tecnológica. Nele são enumerados os requisitos fundamentais para análise do emprego de novas tecnologias nas empresas de construção civil.

No Capítulo V, ressalta-se o caso da alvenaria estrutural, que aborda os principais conceitos aplicados ao sistema de alvenaria estrutural e relatam-se os condicionantes estruturais e arquitetônicos relativos à concepção de projetos e execução da alvenaria estrutural.

Finalizando, o Capítulo VI apresenta as conclusões e as sugestões para os futuros trabalhos.

## **CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – INTRODUÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS**

### **2.1 Introdução**

Há alguns anos, o cenário da economia do País vem propiciando modernização e novas posturas do mercado da construção civil. Isso se deve, principalmente, à crescente oferta de financiamentos que tem estimulado a evolução do mercado imobiliário e da construção civil.

Vive-se em uma época fundamentada na tecnologia da informação e do conhecimento. Como afirma Silva (1996) rompem-se as barreiras impostas pelos conceitos estáticos de concorrência e surge uma visão baseada na dinâmica da competição. Esta era de qualidade transformou o consumidor no agente de maior poder de todos os processos de produção.

Neste contexto, as empresas investem cada vez mais em ações que visam à eficiência e competitividade, hoje, essenciais para a sobrevivência delas no mercado. O conceito adotado para a eficiência está relacionado, principalmente, com a qualidade (construir melhor, maior confiabilidade no processo); com o preço (maneira mais econômica ao longo da vida útil) e com o prazo (construir o mais rapidamente possível).

Percebe-se que são várias as tentativas de melhoria empregadas pelas empresas da construção civil. Pode-se citar a implantação de ações voltadas à racionalização da produção; à adoção de sistema de gestão de qualidade nos projetos e em canteiro; à implantação de novas tecnologias, isto é, diferentes da técnica tradicional de construção local.

Entretanto, observa-se que as iniciativas por parte das empresas construtoras, nem sempre são avaliadas rigorosamente quanto à efetividade, viabilidade de implantação e adequação da solução para ela. Também não se pode esquecer que muitas das “novas tecnologias” lançadas no mercado, podem estar em fase de observação e estudo, não apresentando a confiabilidade adequada. Apenas com o uso, pode-se dimensionar realmente todos os condicionantes e as patologias. Tampouco se deve esquecer que mesmo tecnologias já concretizadas e validadas nem sempre se adaptam a determinados estágios de desenvolvimento da empresa

construtora, pois elas podem não atender a requisitos como as expectativas do usuário final ou, até mesmo, a legislação.

Nessa perspectiva, conceitua-se, a seguir: a evolução da tecnologia e a pesquisa tecnológica; a eficiência do processo; as estratégias competitivas; e os aspectos que envolvem a implantação de novas técnicas, juntamente com os setores que serão influenciados, quando tais técnicas forem incorporadas ao sistema construtivo da empresa.

## **2.2 Conceitos fundamentais: tecnologia**

Vários são os autores que definem técnica, dentre eles destaca-se:

Vargas (1994) – técnica, para ele, é um conjunto de conhecimentos e habilidades profissionais transmissíveis de geração a geração. De acordo com Gama (1986), técnica é vista como um conjunto de regras práticas para fazer coisas determinadas, que envolvem habilidade do executor e são transmitidas pelo exemplo. Já para Sabbatini (1989) técnica é um conjunto de operações empregadas por um particular ofício para produzir parte de uma construção. Ele também acrescenta a tecnologia construtiva como um conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, pertinentes a um modo específico de se construir um edifício (ou uma parte dele) e empregados na criação, produção e difusão do modo de construir. A partir dessas reflexões, pode-se perceber que esse conceito está relacionado ao conhecimento prático, à habilidade de saber fazer, o ato de “realizar coisas” e a transmissão do conhecimento de pessoa para pessoa. Vale destacar que não estão implícitas as noções de seqüência, procedência e organização, somente está a noção de conjunto. No entanto, essas noções surgem quando se define método construtivo e processos.

Com respeito a métodos construtivos, Sabbatini (1989) os avalia como um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação. Quanto ao processo, Ferreira (2002, p. 558) os define “é a maneira pela qual se realiza uma operação, segundo determinadas normas”. Para Juran (1992), processo é uma série sistemática de ações dirigidas à realização de uma meta, que não deve ser planejada no abstrato; uma vez que as atividades que compõe o processo devem ser interligadas e coerentes. Essas atividades, como afirma

Davenport (1993), devem ter uma ordenação específica no tempo e no espaço, com início e fim, e com entradas e saídas identificadas.

Nessa direção, salienta-se que o processo construtivo, de acordo com Sabbatini (1989) é um organizado e bem definido modo de se construir um edifício, que envolve um determinado grau de evolução tecnológica e induz a forma de se executar o edifício. No processo construtivo, sintetiza-se o conjunto de conhecimentos técnicos e organizacionais passíveis de serem combinados em função de seu grau de desenvolvimento. Nele pode-se distinguir três tipos de processos:

- *Processo construtivo tradicional:*
  - na produção artesanal;
  - uso intensivo da mão-de-obra;
  - baixa mecanização;
  - elevados desperdícios de material, mão-de-obra e tempo;
  - dispersão e subjetividade das decisões;
  - descontinuidade e fragmentação da obra.
- *Processo construtivo racionalizado:*
  - elimina desperdícios de mão-de-obra e de materiais;
  - aumenta a produtividade;
  - planeja o fluxo de produção;
  - centraliza e programa as decisões.
- *Processo construtivo industrializado:*
  - uso intensivo de componentes e elementos produzidos em instalações fixas e acopladas no canteiro;
  - utilização predominante de técnicas industriais de produção, transporte e montagem.

No que diz respeito ao sistema construtivo, Sabbatini (1989) o define como um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo.

Em decorrência disso, conclui-se que a tecnologia envolve todos os conhecimentos científicos e técnicos, instrumentos e máquinas. Combinado a isso, Barros (1996, p. 32) analisa que a tecnologia construtiva racionalizada “é orientada

pela otimização do emprego dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros envolvidos em todas as fases da construção”.

A mesma autora, em sua tese, considera a inovação tecnológica, no processo de produção de um edifício, um aperfeiçoamento resultante de atividades de pesquisa e de desenvolvimento, internas ou externas à empresa, aplicado ao processo de produção do edifício, objetivando a melhoria do desempenho, da qualidade ou do custo do edifício ou de uma parte dele.

### **2.3 Seleção tecnológica**

Sabbatini (1997, p. 128), em seus estudos, assegura que o desenvolvimento tecnológico “é um processo evolutivo, fundamentado no avanço contínuo e incremental das tecnologias de produção e comercialização de seus produtos, induzido pela necessidade de se manter competitivo nos mercados em que atua”.

Nessa mesma direção, ao observar o processo de desenvolvimento da tecnologia, Silva (1996) destaca:

Num determinado limite, a qualidade, enquanto satisfação do cliente, e a produtividade só podem crescer com a mudança tecnológica. A inovação assume assim, em toda a indústria, um papel estratégico, que viabiliza atuar em determinados segmentos de mercado com níveis de rentabilidade adequados ao desenvolvimento da empresa ou do setor (SILVA, 1996, p. 2).

As mudanças tecnológicas somente se explicam pela lógica da competição, facilmente esclarecida quando analisada pelo contexto econômico, configurado a partir dos anos 80. A indústria da construção civil compete pela preferência do usuário final e pelos recursos de investidores (privados ou públicos).

Contudo nem todas as novas tecnologias se encaixam nos objetivos dos vários intervenientes do processo. Como exemplo de dissociação, pode-se salientar o desconhecimento dos construtores em relação ao domínio de diversas técnicas, como destaca Sabbatini (1997). Ele concluiu que a mídia não só transmite parte da tecnologia, sem menção aos conceitos que a originaram, às limitações, às restrições, aos riscos envolvidos e aos correspondentes coeficientes de segurança, mas também, por ruídos diversos de comunicação, altera a técnica da forma, às vezes, de maneira totalmente equivocada.

Recentemente, Sabadini e Sabbatini (2004) constataram que, nos últimos anos, lançou-se, no mercado da construção, uma série de inovações tecnológicas que pretendem trazer soluções para as expectativas de mercado. Entretanto, em alguns casos, por se tratarem de inovações que nunca foram utilizadas, não há comprovação das vantagens alegadas pelos fabricantes.

A partir dessas constatações, vê-se a necessidade de uma tomada de decisão, referente à tecnologia empregada, consciente e de acordo com a realidade da empresa, do consumidor e da localidade. Silva (1996, p. 12) define seleção tecnológica como “uma parte do processo de produção de edificações que se constitui de um processo decisório particular e bem definido, que está presente em qualquer processo de projeto de produto industrial”.

Percebe-se que a fase de concepção é a mais indicada para a determinação tecnológica, já que ela estabelece requisitos específicos que devem ser atendidos para uma perfeita utilização e desempenho eficaz.

A seleção tecnológica exerce papel fundamental nas estratégias competitivas adotadas e apresenta, como ferramenta para desenvolvimento do produto, a gestão da qualidade do projeto empregada.

## **2.4 Panorama da seleção tecnológica**

### **2.4.1 Evolução tecnológica**

A partir da metade da década de 60, a indústria brasileira de materiais da construção civil desenvolveu-se aceleradamente em relação às décadas anteriores, em decorrência das políticas habitacionais de construção e do incentivo de financiamento adotado pelo Governo, que atraiu investimento do setor privado. Isto representou a introdução de uma série de variedade de materiais, componentes e sistemas construtivos no mercado (IPT, 1988). Contudo fatores como qualidade e produtividade foram negligenciados.

Na década de 80, observou-se a preocupação com o atendimento da demanda existente e com a redução dos custos da produção. Nesse período, foi consolidada a industrialização da construção com a introdução massiva de novos sistemas construtivos, como a entrada dos pré-fabricados, da mecanização e da produção em escala, que caracterizou a industrialização seriada. Os principais

entraves para a situação encontrada foi à falta de tecnologia nacional adequada à demanda e aos prazos estabelecidos e, ainda, a ausência de investimento no setor tecnológico. A carência de domínio tecnológico e os processos construtivos implicaram na importação dos sistemas que gerou uma série de problemas tais como: projetos concebidos para condições de outros países; pré-fabricação que reproduzia o conceito da produção tradicional; produção em larga escala que não conseguia reduzir os custos e os prazos; e mecanização que foi reduzida pela abundância de mão-de-obra. Todos esses fatores contribuíram para o abandono das novas tecnologias e a retomada, na década seguinte, em larga escala, do processo tradicional de produção, o que representou um atraso no avanço tecnológico.

Já no início do terceiro milênio, observa-se a busca pela racionalização, redução de desperdícios e aumento da produtividade, manifestados pela introdução de processos construtivos racionalizados e pelo domínio dos processos de produção, mesmo sendo comum em grande parte das cidades brasileiras, ainda encontrar empresas que usam o processo construtivo tradicional.

Para que se obtenha o domínio dos processos, é preciso ter a tecnologia verdadeiramente dominada e inserida no sistema de produção da empresa. Entretanto, a simples disponibilidade da tecnologia não basta, é importante que haja desenvolvimento tecnológico. Existe uma gama de produtos lançados no mercado, que não acrescentam nada à racionalização dos processos. Nesse sentido, destaca-se:

Estes materiais e componentes não foram necessariamente desenvolvidos segundo normas técnicas que assegurem a compatibilidade necessária com os demais produtos, tanto de ordem dimensional, como em relação ao desempenho dos mesmos. Estabelece-se assim em muitos casos uma variedade de produtos no mercado que não se vem atender as necessidades dos clientes (SILVA, 1996, p. 24).

Nota-se, que ainda são muitos os experimentos de emprego de tecnologias alternativas na construção de habitações, em especial aplicados em residências de padrão popular, que funcionam como verdadeiros laboratórios, sem o mínimo de comprometimento com os usuários. Muitos desses materiais alternativos foram abandonados, tais como: paredes monolíticas de solo-cimento, painéis de taipa, painéis de materiais fibrosos, alvenaria de solo-cimento e solo-cal, pois se verificou uma série de patologias pós-ocupação, ainda restando diversas concepções

errôneas de projeto para esses usuários.

Com o aumento da concorrência e da confirmação de novas tendências de informação e de tecnologia, ocorreu uma melhora em diversos setores de projetos. O projeto passa a ser tratado como ferramenta da tecnologia, sustenta Melhado (1994), que entende que o projeto é parte integrante da atividade do desenvolvimento de tecnologia. Esta relação é justificada, inicialmente, pela própria capacidade de o projeto influenciar tanto o desempenho do produto nas demais etapas do empreendimento quanto sua vida útil.

Também nesse sentido, o projeto é tratado como veículo da tecnologia. Barros (1996, p. 190) assegura que “o projeto é parte constituinte do sistema de informação da empresa, responsável pela transmissão do conteúdo tecnológico a ser incorporado no processo de produção”.

#### 2.4.2 Pesquisa e desenvolvimento tecnológico

A partir da década de 70, os pesquisadores brasileiros começaram a desenvolver trabalhos buscando experiências, no exterior, acerca de novas tecnologias. As iniciativas partiram principalmente da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Hoje, diversas instituições colaboram para o desenvolvimento tecnológico, em todo o território nacional.

A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo é reconhecida como um pólo de fundamental importância para o desenvolvimento tecnológico. Pode-se afirmar que o conhecimento nas áreas de gestão de produção e projetos para produção está consolidado, através de inúmeros trabalhos desenvolvidos e em andamento. São várias as linhas de pesquisa, tais como: desempenho de projeto, desempenho do produto, os custos da construção ao longo de sua vida útil, o desenvolvimento e adequações de novos materiais para o mercado entre outros.

Já o Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul tem papel importante em pesquisas como desenvolvimento de tecnologias alternativas com enfoque na sustentabilidade da construção, análise de avaliações pós-ocupação, origem e tratamento das patologias da edificação, gestão de qualidade e a tecnologia da informação.

Muitas são as novas tecnologias apresentadas, originadas pela importação,



criação e desenvolvimento de novas técnicas e materiais, porém somente por intermédio da investigação de todas as implicações delas, pode-se concretizar a tecnologia.

Não se pode deixar de citar alguns aspectos que atuam como entrave ao desenvolvimento tecnológico nacional, exaustivamente sistematizado por pesquisadores, tais como: a grande variedade de usuários e concepções, longo período para investimento inicial, grande número de agentes na cadeia produtiva associado à falta de coordenação e à mão-de-obra abundante, esta caracterizada pelo baixo nível cultural.

Por outro lado, ao analisar o desenvolvimento tecnológico, Picchi (1993) e Barros (1996) apresentam como indutoras de inovações as seguintes transformações ocorridas: as restrições do mercado (preço determinado por um mercado mais competitivo tem provocado a diminuição dos custos para que haja uma maior lucratividade); maior exigência dos consumidores (democratização, novas legislações e mecanismo de defesa dos consumidores); influência do setor de construção pesada e industrial (gera procedimentos organizacionais e tecnológicos mais estruturados) e mão-de-obra mais exigente (organizações sindicais).

## **2.5 Estratégias competitivas**

Entende-se que a seleção tecnológica tem como um de seus fundamentos a estratégia competitiva, pois atua como instrumento nas relações com o mercado, assim, possibilitando a melhoria contínua da competitividade.

No mundo dos negócios, as tecnologias e a concorrência mudam continuamente. O mercado impõe às empresas o pensamento no futuro, antecipando acontecimentos, e estabelecendo valores de qualidade, serviço e características de produto e preço. Nessa competição e ambiente dinâmico, além de criar produtos, serviços e processos, as empresas têm de inovar constantemente para permanecerem competitivas no mercado.

Para entender a competitividade do mercado, é fundamental observar o comportamento das empresas, via análise competitiva, na definição de processo da elaboração de estratégia e definição de estratégia.

Segundo Porter (1986) define estratégia como sendo a busca permanente de vantagens competitivas sustentáveis obtidas por um processo muito constante de

monitoramento e análise do ambiente externo e interno que leva ao exercício de opções excludentes, um comprometimento de recursos e um posicionamento diferenciado no mercado e na constante definição e redefinição do propósito da organização em termos de missão, visão, objetivos a longo prazo, programas de ação e os recursos disponíveis ou mobilizáveis ao desenvolvimento de competências distintas nos negócios em que a empresa está ou deveria estar atuando visando à criação de valor para os grupos de interesse da empresa.

É possível concluir que a estratégia corresponde a um princípio na tomada de decisões. No que diz respeito a escolhas estratégicas, conclui-se que é a opção feita pelo dirigente entre as alternativas apresentadas, em um dado momento, de forma que a organização obtenha um desempenho adequado.

Porter (1986) relata que as vantagens, num determinado setor industrial, são resultantes de uma estrutura competitiva, impulsionada pelos “movimentos estratégicos”, este é formado por cinco forças, isto é: a concorrência (preço – elevado número de empresas construtoras); os compradores (clientes públicos e privados – elevado poder de decisão); os fornecedores (produtos inovadores – poder de barganha), os produtos substitutos (produtos personalizados) e os novos entrantes (concorrência estrangeira – ausência de políticas de importação de serviços).

Também Porter (1986) caracteriza, a partir dessas forças, estratégias competitivas genéricas, que podem ser classificadas da seguinte maneira: estratégia de liderança no custo total (manutenção dos preços mais baixos do que o da concorrência, sem ignorar o atendimento mínimo de desempenho quanto às normas e à qualidade); estratégia por diferenciação (consiste em diferenciar o produto ou o serviço, considerando-o único no mercado) e estratégia de enfoque (consiste em determinar um grupo de compradores e atender ao máximo possível suas necessidades).

Nesse mesmo sentido Silva (1996, p. 64) declara que “A inovação tecnológica e a gestão da qualidade podem estar relacionadas à estratégia de competição buscando-se a liderança em custo, mas também constituem-se em elementos de diferenciação”. Nos dias de hoje, na maioria dos mercados, a qualidade se iguala, não existe muito espaço para o seu não-atendimento.

Neto, Formoso e Fensterseifer (2002, p. 40) definem “critérios competitivos como sendo um conjunto consistente de prioridades que a empresa tem que valorizar para competir no mercado”.

Nessa mesma direção, Hill (1995) classifica os critérios competitivos em dois tipos:

- Critérios qualificadores: para um produto competir no mercado, ele deve satisfazer a um padrão mínimo de desempenho.
- Critérios ganhadores de pedidos: aqueles que devem oferecer um desempenho superior ao da concorrência, de tal forma que aumente a competitividade da empresa e ganhe mercado da concorrência.

Hill introduz, em seu trabalho, o conceito de desempenho relacionado com a qualidade do produto, como forma de estratégia de obtenção de sucesso ante a concorrência.

Listam-se, abaixo, algumas estratégias competitivas e ações de melhoria, no âmbito da construção civil, sugeridas por diversos autores que seguem:

- Albuquerque Neto e Cardoso agrupam, em duas estratégias competitivas genéricas, as ações táticas.

A primeira com o direcionamento para a competição por custos, um exemplo bem claro disto seria a empresa buscar diminuição de seus custos de produção através da racionalização dos seus processos, da redução dos desperdícios, do aumento da produtividade, etc. A segunda mais voltada à competição por diferenciação, onde um exemplo poderia ser a busca de novas modalidades de financiamento, oferecendo um diferencial aos clientes (ALBUQUERQUE NETO; CARDOSO, 1998, p. 396).

- Barros (1996) cita, em sua tese, como uma das possíveis ações de melhoria da competitividade, a introdução de novas tecnologias e aconselha:

- alteração da postura atual das empresas, que permita o imprevisto;
- o corpo técnico da empresa deve ter domínio completo sobre o processo de produção do edifício, podendo empregar com mais propriedade as ferramentas do planejamento e da tecnologia para a solução de problemas;
- desenvolvimento dos recursos humanos;
- implantação de procedimentos de controle, que permitam estabelecer um maior nível de confiança no produto final e realimentação do processo de implantação.

Neto, Formoso e Fensterseifer (2002) relatam abaixo, alguns critérios competitivos, freqüentemente adotados:

Os critérios competitivos mais freqüentemente adotados são o custo, prazo,

qualidade e flexibilidade, enquanto as categorias de decisão mais comumente adotadas são as instalações de produção, capacidade de produção, tecnologia, integração vertical, organização da produção, força de trabalho, gerência da qualidade, relacionamento com fornecedores e planejamento da produção (NETO; FORMOSO; FENSTERSEIFER, 2002, p. 39).

Nem sempre a busca pelo menor preço (eficiência máxima) deve ser o principal objetivo competitivo, pois pode haver, dependendo da posição estratégica da empresa, outros objetivos que combinem melhor com sua atitude ante o mercado. Busca-se, por meio deste trabalho, abordar o número máximo de critérios de auxílio na tomada de decisão, quanto à tecnologia a ser empregada, que devem ser observados para formulação de estratégias táticas e que serão listados no capítulo seguinte.

## **2.6 Gestão da qualidade**

Na década de 50, com o fim da 2ª Guerra Mundial, o processo de construção de unidades habitacionais, foi caracterizado pela falta de recursos e mão-de-obra especializada, acarretando, no decorrer da década seguinte, inúmeras patologias decorrentes dessa situação. Foi nesse cenário que os países europeus iniciaram a busca da qualidade na construção civil.

A partir dessa questão, os países europeus e os EUA passam a investir na padronização de produtos da construção civil e no desenvolvimento de normas técnicas, com o intuito de assegurar parâmetros mínimos de desempenho. Várias são as formas que os governos encontram de forçar as empresas construtoras a se adequarem a sistemas específicos e certificação de qualidade. O Reino Unido passou a exigir a garantia de qualidade e assistência técnica para ceder financiamentos; na França, exigia-se um seguro-construção; já nos EUA, predominou as normas técnicas dos produtos. Os conceitos relacionados à qualidade são, nesse período, baseados no modelo do “fordismo” e “taylorismo”, que surgiram no processo de produção das indústrias automobilísticas.

Desde o final da década de 70, muitos setores industriais experimentam profundas modificações na organização de suas atividades produtivas. Nesse contexto, surgem novos paradigmas para gestão de qualidade. Um deles, conhecido em meio acadêmico como “Produção Enxuta”, tem como foco principal a eliminação de qualquer tipo de trabalho que seja considerado desnecessário na produção de

um bem ou serviço (perda ou desperdício). O pioneiro desse estudo foi Koskela, que formulou os princípios da teoria também conhecida como Nova Filosofia da Produção, aplicada à construção civil. Tal filosofia aborda a importância das atividades que agreguem valor ao produto. Ela é baseada nos processos de transformação, fluxo e valor dos recursos de produção e procura trabalhar com toda a cadeia de produção, desde a concepção do projeto até sua produção.

Segundo Womack et al. (1992) produção enxuta pode ser assim definida:

A produção enxuta é 'enxuta' por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para a fabricação, metade do investimento para ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (Womack et al., 1992 apud BERNARDES, 2001, p. 4).

Segundo Koskela (1992 apud BERNARDES, 2001, p. 36) são onze os princípios básicos relacionados à "Produção Enxuta":

- 1) redução da parcela de atividades que não agregam valor.
- 2) aumento do valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente.
- 3) redução da variabilidade;
- 4) redução do tempo do ciclo;
- 5) simplificação, pela minimização, do número de passos e partes;
- 6) aumento da flexibilidade para execução do produto;
- 7) aumento da transparência;
- 8) foco no controle de todo o processo;
- 9) estabelecimento de uma melhoria contínua ao processo;
- 10) balanceamento da economia dos fluxos com a melhoria das conversões;
- 11) benchmarking.

Este último diz respeito ao processo de aprendizado, a partir das práticas adotadas em outras empresas. Segundo tal princípio, deve-se procurar analisar e desenvolver processos, levando em conta as melhores práticas existentes no mercado. Embora o processo possa ser beneficiado pelo princípio, verifica-se que ele pode ser implementado à medida que se buscam novos padrões, para se executar determinadas operações, durante a etapa de preparação do processo.

Outra tentativa de garantia de qualidade torna-se viável com a implantação das Normas Técnicas da ISO 9000, que consiste em um conjunto de normas internacionais que averiguam a existência de um sistema de garantia da qualidade, implementado na empresa, que confronta os requisitos da norma com a realidade encontrada. Em sua abrangência máxima, ela engloba pontos referentes à garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados; objetivando a satisfação do cliente pela prevenção de não conformidade em todos os estágios envolvidos no ciclo de qualidade da empresa.

A partir de tudo isso, diversos estudos são realizados, com o objetivo de melhorar continuamente o processo; sempre evocando, segundo o ponto de vista de gerenciamento de operações, a resolução do número máximo de problemas na fase de concepção de projeto e a integração deles (projetos arquitetônicos e projetos complementares), de forma que a produção seja tratada como a de indústria montadora.

Na fase de concepção, os projetos devem atender às necessidades da produção e, sobretudo, as dos usuários, pois só assim poderão apresentar um melhor desempenho para as fases de planejamento e programação, reduzindo o tempo e os recursos de produção.

Acredita-se que, quando se estabelece um método para avaliar a tecnologia que será aplicada, desenvolve-se um instrumento de gestão da qualidade, uma vez que o método visa à criação de critérios para subsidiar a tomada de decisão e estabelecer condições para assegurar a satisfação das necessidades dos clientes.

## **2.7 Setores que influenciam na escolha de novas tecnologias**

### **2.7.1 Projeto**

Existem diferentes enfoques para um projeto, tais como: criação, propósito individual, social, político ou cultural. Para tanto, aborda-se, neste estudo, a visão do projeto como produto, resultado de um processo. Será pensado como informação de natureza tecnológica e de cunho puramente gerencial.

Melhado e Violani (1992) constatam a existência de uma freqüente dissociação entre a atividade de projeto e a de construção, porque o projeto é entendido como instrumento, no qual comprime-se um prazo e um custo, por isso

não recebe atenção necessária e assume um conteúdo meramente legal, a ponto de torná-lo simplesmente indicativo; ficando assim, para a etapa de obra, grande parte das decisões.

Mesquita e Melhado (2001) analisam o projeto como parte integrante da atividade do desenvolvimento de tecnologia. Eles justificam tal fato pela capacidade que apresenta o projeto de influenciar o desenvolvimento do produto nas demais etapas do empreendimento. Os autores afirmam que o projeto representa um instrumento de seleção tecnológica, portanto, faz parte da atividade do processo de desenvolvimento de tecnologia. Barros (1996) também define projeto como parte constituinte do sistema de informação da empresa, responsável pela transmissão do conteúdo tecnológico a ser incorporado no processo de produção.

Entende-se que o ponto de partida, para estabelecer uma nova tecnologia em um determinado empreendimento, deve, antes de tudo, satisfazer determinados requisitos de desempenho, que consistem na aplicação de análises rigorosas e métodos científicos para o estudo do funcionamento tanto da construção quanto suas partes. De acordo com o CIB/W60 (1982), o uso do conceito de desempenho depende do conhecimento:

- a) das exigências ou requisitos dos usuários da edificação;
- b) do contexto ou condições de exposição a que está submetida à edificação ou suas partes componentes;
- c) dos métodos de avaliação do comportamento em uso.

Desempenho, segundo Ornstein (1992), é uma propriedade que caracteriza quantitativamente o comportamento de um produto em uso. Ele está associado aos conceitos de idade-limite e necessidades dos usuários. Nesse mesmo sentido, a citada autora afirma que a avaliação de desempenho do ambiente construído e de seus componentes tem como objetivo garantir a satisfação das necessidades dos usuários e de quem, direta ou indiretamente, dependem deles. Assim, as necessidades e as expectativas são formalizadas num conjunto de atributos de desempenho, que representam as questões importantes sobre como os clientes julgam um determinado produto.

É possível dizer, conforme afirmam Melhado e Agopyan (1995, p. 5), que “o empreendedor, o construtor e o usuário podem ser considerados clientes do projeto, dentro da ótica da qualidade”. Em vista disso, deve-se avaliar sob diversos ângulos, as necessidades dos clientes. O empreendedor analisa a qualidade do projeto a

partir de seus objetivos empresariais; o construtor observa como informação, isto é, da maneira como é repassado o conteúdo de planejamento e execução; e o usuário avalia à medida que a satisfação de suas intenções de consumo é atendida.

Souza et al. (1994) alertam que, na etapa de projeto, realiza-se a concepção e o desenvolvimento do produto. Nas incorporações imobiliárias, é considerado como ponto de partida a identificação das necessidades dos clientes tendo em vista o desempenho e os custos e, ainda, as condições de exposição a que será submetido o edifício.

Silva (1996) observa que, na construção civil brasileira, o enfoque é excessivamente voltado às características essenciais do produto, muitas vezes dissociando-se às características que determinam o desempenho, ao longo da vida útil, das necessidades geradoras das exigências de desempenho, decorrentes do comportamento do cliente perante o bem em questão.

O nível de satisfação dos usuários está condicionado à qualidade do produto e, conseqüentemente, à qualidade da solução de projeto. Na etapa de elaboração do programa de necessidades são identificadas as necessidades e expectativas dos usuários, definidas pelo cliente e complementadas pelo projetista (JOBIM, 1997, p. 38).

Melhado (1994), ressalta que, para que se possa mudar o foco corrente, hoje, no mercado de incorporação e construção, deve-se alterar as relações de projeto com as demais atividades que compõem o ciclo da qualidade, o que significa estreitar as atividades de projeto e de planejamento do empreendimento, considerando as necessidades do usuário, e relacionar as decisões de projeto a informações obtidas do uso, operação e manutenção de produtos já entregues aos usuários (retroalimentação).

Segundo a CIB/W60 (1982), que se refere à avaliação de desempenho das edificações, a lista de exigências dos usuários é a seguinte:

- estabilidade estrutural;
- segurança contra o fogo;
- segurança de uso;
- estanqueidade;
- conforto higrotérmico;
- pureza do ar;
- conforto acústico;



- conforto visual;
- conforto tátil;
- conforto antropodinâmico;
- higiene;
- adequabilidade a usos específicos;
- economia.

Nessa linha de visão, analisa-se, no capítulo seguinte, algumas alternativas de soluções desses requisitos de desempenho, a fim de constituir a base da metodologia de seleção. No entanto, sabe-se que a concepção do projeto arquitetônico é regida por uma série de condicionantes e princípios que é objeto de estudo da Teoria da Arquitetura, que envolve conceitos de filosofia, estética e composição; contudo o processo de projeção é analisado sob a ótica de gerenciamento de projetos.

#### 2.7.2 Recursos humanos

Segundo Davenport (1993), a inovação de processos raramente pode ser realizada na ausência de uma combinação bem pensada dos recursos técnicos e humanos. Assim sendo, através de motivação e de treinamento de mão-de-obra de todos os níveis, pode-se obter a capacitação tecnológica e organizacional de uma empresa. De acordo com Barros (1996), as características da mão-de-obra influenciam todo o processo de inovação tecnológica e as modificações em suas características podem ser decisivas para mudanças, na tecnologia, a serem utilizadas. Ao mesmo tempo, determinados tipos de mudanças só se tornam possíveis se houver modificações em suas características.

A produção organiza-se em torno das especializações profissionais, o que requer da mão-de-obra um domínio do conhecimento de cada uma das partes do processo produtivo. Isso faz com que os operários assumam um papel fundamental tanto na concepção quanto na execução do serviço. Conseqüentemente, existe muita variedade na qualidade de produtos e de serviço, o que dificulta o gerenciamento dos empreendimentos.

Nota-se que a tecnologia tradicional da construção de edificações é fortemente baseada no trabalho manual. Convém notar que, com o operário

qualificado, coexiste uma quantidade de operários não qualificados cujo trabalho é basicamente braçal. Também esse setor caracteriza-se por empregar operários com baixo nível de escolaridade. Para melhorar o setor industrial, antes mesmo da implantação de novas tecnologias, é preciso investir na qualificação da mão-de-obra.

Devido à complexidade e à variabilidade crescente das operações, as empresas de construção têm recorrido a subcontratação. Dessa forma, as empresas procuram diminuir o reflexo das incertezas, ao longo do processo construtivo, sobre suas operações, repassando-as para os empreiteiros e para os fornecedores. À medida que esse processo se efetiva, a empresa contratante diminui seus custos financeiros, administrativos, logísticos e também os custos indiretos. Existem sub-empreiteiras especializadas em certos serviços e em fornecimento de mão-de-obra e outras especializadas apenas no fornecimento de mão-de-obra.

Como os sub-empreiteiros geralmente respondem pela execução do empreendimento, a questão da responsabilidade técnica passa para eles. Desse modo, as empresas exercem um papel fundamental no desempenho competitivo da empresa contratante; portanto, os critérios competitivos como custo, prazo, qualidade e flexibilidade serão diretamente afetados. Essa política de subcontratação causa uma forte dependência da empresa contratante, o que requer cuidados no processo de subcontratação; possibilitando, assim, que a empresa contratante mantenha o controle e o domínio técnico sobre o empreendimento.

Como no caso do setor de suprimentos, as empresas contratantes necessitam estreitar o relacionamento com as empresas contratadas. Para isso, elas estão se utilizando algumas estratégias, tais como: definição de critérios rigorosos e processos de avaliação; redução do número de fornecedores e de empreiteiros por meio de parcerias duradouras; e desenvolvimento de fornecedores de sistemas, que passaram a entregar parte das obras.

Merece destaque também a grande segmentação entre a mão-de-obra operacional (oficiais e ajudantes) e a gerencial (engenheiros), ambas apresentam características bem diferenciadas; portanto, exigem tratamentos diferenciados no caso de processos de inovação. No Brasil, além da grande importância da mão-de-obra operacional, no processo de inovação, alguns estudos têm identificado, em nível gerencial, o entrave maior no desenvolvimento do setor.

As empresas têm trabalhado muito para a qualificação profissional, visto que há um crescente investimento em programas de qualidade. Também se percebe

uma melhora acentuada nos projetos, com relação aos detalhes de execução, que visam à diminuição de dúvidas e proporcionam maior independência na tomada de decisão dos operários.

Segundo Barros (1997), o trabalhador brasileiro assume uma postura de espectador ante as instituições, em virtude de sua baixa consciência crítica. Esta é moldada a partir da concentração do poder e baseada na hierarquia e na subordinação. Para mudar esse quadro, é preciso que os agentes da mudança tomem consciência dessa questão cultural e que haja um trabalho sério, profundo e de longo prazo na busca de suavização dela.

### 2.7.3 Empreendedores

De acordo com Rezende, Barros e Abiko (2002, p. 897), “a ação governamental pode acelerar o desenvolvimento tecnológico ou mesmo inibi-lo, em função de sua ação pró-ativa ou reacionária a mudanças”. Lucini (1984) mostra, em seus estudos, como o incentivo do governo às inovações tecnológicas foi fundamental para a consolidação do setor do desenvolvimento tecnológico das empresas. Muitas empresas construtoras investem em tecnologia com o auxílio de recursos governamentais.

Esses recursos podem ter várias origens governamentais orçamentárias. Eles advêm de financiamentos, investimento de capital estrangeiro, iniciativa privada, ou outras modalidades. Para cada tipo de origem, existem regras e implicações quanto à forma de obter e aplicar os recursos. Dependendo do tipo de programa adotado, a responsabilidade pelos custos da edificação fica a cargo do agente promotor/financiador e/ou usuário final.

Nessa perspectiva, observa-se que, cada vez mais, as instituições bancárias juntamente com o governo federal, responsáveis por financiamentos no setor imobiliário, estão fechando as portas para empresas construtoras e fornecedoras de materiais que não estão em processo de certificação de qualidade e de adaptação às normas técnicas existentes de seus produtos; de forma a assegurar um maior comprometimento das empresas com o produto e, principalmente, com o usuário. Esse fator tem estimulado todo o setor da construção civil a procurar algum tipo programa que qualifique seus produtos e também a investir em programas que apresentem como objetivo desenvolver estudos e pesquisas na área de tecnologia

de habitação do ambiente construído, propiciando a modernização da construção civil, principalmente, na produção de habitações de interesse social.

Não se deve esquecer que, quanto menores os recursos necessários em equipamentos, maquinário e mão-de-obra, maiores são as facilidades de implantação da tecnologia e, conseqüentemente, maior o aumento das possibilidades de lucro para empresa e um custo final menor para o cliente.

#### 2.7.4 Suprimentos

Pela definição de Neto, Formoso e Fensterseifer (2002, p. 50), “esta categoria está relacionada com o fornecimento de serviços e materiais para o setor de produção da empresa”. Este serviço, fornecido pelos chamados “terceiros”, tem como objetivo, descrito por esses autores, proporcionar serviços mais baratos, mais rápidos e de melhor qualidade.

Como analisam Fabricio, Silva e Melhado (1999) o processo construtivo de edifícios é caracterizado pela interferência de inúmeros agentes, todos com responsabilidades parciais sobre o empreendimento, ou seja, parte do valor agregado ao produto final é desenvolvido por terceiros, os chamados fornecedores. Selecionar e organizar a rede de suprimentos, formando parcerias e sinergia, para a busca de melhoria contínua, é uma tarefa complexa que requer confiabilidade, mas é essencial para se alcançar qualidade e produtividade superior.

Segundo Womack et al. (1990 apud FABRICIO; SILVA; MELHADO, 1999, p. 3) a indústria desenvolveu algumas estratégias para lidar com a rede de suprimentos, detalhadas a seguir:

- uma primeira estratégia consiste em selecionar fornecedores independentes, por meio de concorrência de preço para o fornecimento de materiais e componentes, com determinados padrões, especificações e normalização a serem atendidos.
- uma estratégia antagônica à primeira foi desenvolvida por Henry Ford, no início do século XX, ou seja, a de realizar, dentro da própria empresa, todos os componentes necessários a sua linha de produção, de forma que a empresa controle o maior número possível de etapas da cadeia produtiva.
- uma solução derivada da estratégia de verticalização anterior, foi

desenvolvida pela GM de Alfred Sloan, nos anos 20: a criação de divisões descentralizadas dentro da própria companhia, para realizar insumos. Ele pretendia criar de centros de lucro independentes, de forma que pudesse impor a eficiência e a competitividade de mercado às várias divisões, coordenadas pela empresa central.

Estas duas últimas estratégias não são muito utilizadas na indústria da construção civil; pois, além de pouca maleabilidade, exigem grandes investimentos financeiros e muita coordenação entre setores e, ainda, um grande volume de obras para absorção de todos os serviços.

A primeira estratégia é a mais aproveitada, porque apresenta a vantagem de dotar a empresa de grande flexibilidade, já que os custos e as responsabilidades são distribuídos por várias empresas. A proporção em que aumenta ou diminui a produção, refletem os volumes de compra. Contudo, existe pouca troca entre os processos dos fornecedores e das empresas. Esta pouca sinergia pode ser eliminada com a formação de parcerias entre empresas e fornecedores. Entende-se por parceria o comprometimento mútuo, assumido para a realização de um determinado trabalho, baseado na confiança. O poder de barganha das construtoras é fortemente aumentado e pode ser muito vantajoso para os pequenos e médios fornecedores que, normalmente, são em grande número no mercado.

O processo de aquisição de materiais para a realização da obra é um processo complexo de tomada de decisão e comunicação entre vários agentes que fazem parte da cadeia produtiva da construção civil. Dentro da organização empresarial, deve existir uma interação entre os setores que estão diretamente relacionados com a aquisição e com o planejamento da obra. Tal procedimento deve ser documentado, de forma a garantir a integridade do processo.

As principais fases do processo de aquisição podem ser caracterizadas como: identificação da necessidade do recurso; realização do pedido de cotação; comparação entre propostas recebidas; emissão do pedido de compra; recebimento e armazenamento do recurso e, finalmente, o pagamento.

A dinâmica do canteiro de obras influencia diretamente na aquisição dos materiais. Existem diversos condicionantes, tais como: a seqüência física de execução; a disponibilidade de áreas para armazenamento no canteiro de obras; a alocação de recursos humanos, em função da produtividade esperada e o desenvolvimento adequado do planejamento.

Em muitas indústrias, esta dimensão está relacionada exclusivamente à

prestação de serviços de assistência técnica. Porém, na construção de edificações, os serviços associados têm uma abrangência maior, pois além de assistência técnica é necessário realizar um atendimento ao cliente durante a execução da obra, que tem um prazo longo de entrega (NETO; FORMOSO; FENSTERSEIFER, 2002, p. 42).

### 2.7.5 Usuários

As atividades de marketing devem refletir as estratégias da empresa, devem explorar a tradição e fortalecer a imagem da construtora. Para que se obtenha sucesso nos empreendimentos, deve-se fazer uma pesquisa de mercado possível, de forma a caracterizar o tamanho dele e suas tendências; a partir disso, com base nesses dados, analisar as características dos consumidores que apresentam os mesmos comportamentos perante um determinado produto. Também é essencial observar os concorrentes para cada segmento de mercado, a fim de elaborar estratégias de abordagem para clientes potenciais.

Retomando o que foi descrito anteriormente, de acordo com os estudos de Porter, existem três tipos de estratégias de competição. Dentre elas a última se refere aos usuários. A estratégia de enfoque consiste em determinar um grupo de compradores e atender o máximo possível suas necessidades.

Para Kotler (1994), a satisfação do cliente pode ser medida pelo nível de sentimento dele resultante da comparação do desempenho (ou resultado) de um produto em relação a suas expectativas. Portanto, sente-se a necessidade do conhecimento das expectativas e das necessidades do cliente para a concepção de empreendimentos, a fim de aumentar o grau de desempenho do produto e satisfação do comprador. Os clientes ou usuários podem apresentar novas solicitações em relação à execução das obras, como, por exemplo: exigência de um prazo de execução mais curto, o custo menor, ou um baixo impacto ambiental. Essas solicitações podem tanto agregar quanto justificar mudanças na tecnologia construtiva.

Paladini (1995) assegura que não se pode pensar em qualidade se não se pensar em consumidor. JOBIM (1997), entende que

A integração entre os que projetam, constroem, divulgam através da atividade de marketing, vendem e os clientes (usuários) deve ser uma constante na construção civil, pois é através do diálogo que ocorrem as mudanças no produto e nos serviços, de forma a atender às expectativas e

necessidades dos clientes (JOBIM, 1997, p. 39).

A empresa deve possibilitar alto nível de satisfação dos clientes, garantindo produtos e soluções diferenciados, tais como: assegurar agilidade e eficácia no acesso e no uso das informações pelos clientes, além de proporcionar um atendimento individual para eles. Kotler (1999) explica que cada pessoa atribui diferentes pesos a esses atributos de atendimento, em diferentes momentos e contextos. Dizer que a empresa oferece um bom atendimento não é o bastante. Em busca da satisfação total do cliente, cada vez mais, são aplicados serviços agregados ao produto. O aprimoramento da prestação de serviços, em sintonia com a perspectiva dos clientes, está se convertendo em um desafio para as empresas. Na indústria da construção civil, dentre os principais serviços agregados ao produto, encontra-se, principalmente, a assistência técnica. Esta tem como principais funções: o atendimento às reclamações de clientes; a retroalimentação do sistema de produção de edifícios, que pode atuar na prevenção de reincidência em obras futuras; e a apropriação de custos dos problemas patológicos. Pelo acompanhamento do comportamento dos produtos, após a entrega, pode-se identificar o grau de satisfação dos clientes.

Silva (1996, p. 18) lembra que, “os usuários avaliam o valor da edificação pela satisfação que esta deve proporcionar no atendimento de aspectos como conforto, ‘status’ e conveniências diversas”. Esses valores são dinâmicos ao longo do tempo e de difícil mensuração monetária.

Convém lembrar que os usuários provêm de diversas naturezas, mas vão depender do mesmo modo do tipo de edificação. No caso de em usuário, o entendimento dos condicionantes de suas necessidades é apresentado de forma mais clara, devido à individualização das necessidades dele. No entanto, quando são usuários coletivos, pode existir uma diversidade de condicionantes, alheia à concepção arquitetônica, ao atendimento e às questões de conforto. Os recursos para os empreendimentos podem, em muitos casos, ser procedentes de ações governamentais; portanto, sujeitos à avaliação de diversos órgãos. O cliente também pode se apresentar na forma de um ou mais empreendedores.

Muitos estudos relatam os principais aspectos negativos relacionados à insatisfação dos usuários. Eles são, na maioria dos casos, referentes ao projeto. Sendo assim, pode-se dizer que são desenvolvidos no decorrer do trabalho, em

especial no item referente aos projetos e custos.

### 2.7.6 Legislação

As normas e a legislação podem apurar o processo de inovação, tanto ao apresentarem novas necessidades a serem satisfeitas, quanto ao se basearem mais nos resultados a serem obtidos das construções (avaliação de desempenho) do que nas características dos materiais e dos componentes utilizados.

Vale destacar, além das normas ISO, as Normas Técnicas Brasileiras (ABNT) que regulamentam os procedimentos de projeto, execução e especificação dos materiais, entre outros; o código de defesa do consumidor que assegura o direito de aquisição de produtos de qualidade garantida, preço justo e satisfação nas relações de consumo; as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe de diretrizes ambientais para utilização e destino de materiais que ofereçam algum impacto ambiental; e as legislações municipais, como código de obras, que estabelece as condições mínimas de uso e habitabilidade das edificações. Todas essas legislações visam à garantia de edificações adequadas, com qualidade assegurada no desempenho, concepção e execução.

Para tanto, normas e legislações que se prendam demasiadamente às características dos produtos existentes, ou que se preocupem em descrever mais tais características a serem utilizados do que o desempenho necessário deles, tende a dificultar o processo de inovação.



## **CAPÍTULO 3: AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO (CRITÉRIOS PARA DECISÃO)**

### **3.1 Introdução**

Sempre que se está ante um problema que apresenta mais de uma alternativa de sua solução, é preciso tomar alguma decisão sobre qual ação adotar. É importante concentrar-se no problema certo e, assim, poder direcionar corretamente o processo. Maximiliano (2000 apud SABADINI; SABBATINI, 2004, p. 3) observa que “as decisões são escolhas que as pessoas fazem para enfrentar problemas e aproveitar as oportunidades”.

As decisões empresarias são tomadas por um centro decisor, que pode ser formado por um indivíduo ou por um grupo de indivíduos que visam a atender as necessidades dos clientes internos (os agentes intervenientes do processo), e a buscar adequação ao mercado e conquistar clientes externos (proprietários ou usuários finais), como estratégias competitivas.

Dessa forma, o processo de tomada de decisão é muito influenciado pelos interesses estratégicos de longo-prazo das empresas que procuram ser cada vez mais competitivas, maiores e mais rentáveis.

O decisor (ou o grupo decisor) influencia no processo decisório, de acordo com o juízo de valor que representa, podendo ou não participar dele, o que dependerá de seu poder de voto. Ele tem o poder e a responsabilidade de ratificar uma resolução e assumir suas conseqüências. A tomada de decisão que envolve um maior número de pessoas, tende a resultados mais qualificados, pois aumenta o conhecimento da situação de decisão, assim amenizando, pela agregação de informações e conhecimentos, as distorções da visão individualizada.

O primeiro passo a ser cumprido para uma tomada de resoluções consiste na análise de cenários, isto é, no estudo detalhado dos vários aspectos do problema, em diferentes contextos (cenários) alternativos passíveis de materialização. A seguir, delineiam-se as diferentes estratégias que podem ser tomadas para cada cenário estabelecido. À medida que as decisões são implantadas, a realidade vai se desvendando e os cenários deverão ser reavaliados.

Por um intermédio de um bom sistema de informações da empresa, isto é, de

uma perfeita comunicação, firma-se uma base sólida de fundamental importância, para a criação de um método de atribuição de valor para os critérios de seleção da tecnologia empregada, em um determinado empreendimento.

A tomada de decisão consiste na escolha de uma opção ou mais, dentre diversas alternativas existentes, que seguem passos previamente estabelecidos e fatalmente culminam numa solução que resolve ou não o problema. Uma tomada de decisão consiste em etapas que, se cumpridas, devem ser executadas respectivamente na ordem em que se apresentam abaixo:

- análise e identificação: consiste no levantamento de informações sobre o problema, que serão analisadas para uma tomada de decisão precisa;
- desenvolvimento de alternativas: sugestões de possíveis alternativas de resolução para o problema levantado;
- comparação das alternativas: devem ser levantados os prós e os contras de cada alternativa sugerida de resolução do problema e também os seus custos para compará-las;
- classificação dos riscos: levantar o grau de incerteza de cada alternativa;
- escolha da melhor alternativa: realizadas todas essas etapas, o “instrumento” utilizado (executivo/pessoa ou programa/computador) fará a opção pela melhor resolução do problema, ou seja, pela melhor alternativa;
- execução: depois de escolhida a alternativa, ela terá de ser executada para que os resultados apareçam. Se não aparecerem, o ciclo de tomada de decisão deve recomeçar, a fim de que o resultado esperado apareça.

O ser humano vê-se obrigado a tomar decisões, ora usando parâmetros quantitativos, ora usando parâmetros de mensuração qualitativa, com forte característica subjetiva. Os parâmetros quantitativos normalmente são de mensuração mais fácil que os parâmetros qualitativos (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2002, p. 13).

Nesse contexto, devemos atribuir valores às alternativas fazer comparação entre os critérios referentes à tomada de decisão.

Este trabalho auxilia na escolha da melhor tecnologia a ser empregada em um empreendimento; para tanto, haverá sempre mais de uma alternativa tecnológica. Com esse intuito, somente dentro do contexto encontrado e nas metas da empresa, pode-se atribuir valores para os critérios que deverão ser observados na implantação da nova tecnologia. A seguir, são exibidos dois métodos

multicritérios de apoio à decisão, dentre os diversos existentes, que podem ser utilizados como auxílio na metodologia proposta.

### **3.2 Teoria da utilidade (Multi-Attribute Utility Theory – MAUT)**

A Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT) é aplicada num modelo de apoio à decisão, para auxiliar os decisores tanto na priorização como na avaliação de critérios para seleção de novas tecnologias.

De acordo com critérios pré-estabelecidos, financeiros e não financeiros, o modelo multicritério de apoio à decisão capta a ótica do decisor, pela avaliação de sua modelagem de preferências, que insere também os aspectos de risco. Assim, o modelo, como ferramenta de gestão, contribui para que os recursos dispensados e o retorno do investimento alcancem seu objetivo final.

O processo de tomada de decisão muitas vezes é intuitivo. No entanto, quando as decisões são de fundamental importância para a sobrevivência de uma organização, em um setor competitivo da economia, é necessário que ela disponha de ferramentas quantitativas de suporte a decisões.

O maior objetivo da Teoria da Decisão é o de tentar minimizar a subjetividade e a componente intuitiva intrínseca ao processo, por meio de valores consistentes e lógicos que subsidiem uma ação racional dos decisores.

Atualmente, os gerentes têm sustentado suas decisões de forma científica e racional. Esse método decisório se baseia na determinação de probabilidades associadas a cada evento possível, na valoração de cada um deles e, finalmente, na definição quantitativa da melhor estratégia a ser seguida. Portanto, o agente decisório se defronta com uma realidade da qual ele não tem domínio completo, isto é, há o envolvimento de incertezas que são representadas pelas probabilidades.

A Teoria da Utilidade Multiatributo (TUM), normalmente referenciada na literatura especializada como MAUT (Multi-Attribute Utility Theory), nada mais é do que a Teoria da Utilidade aplicada a processos decisórios que consideram múltiplos critérios. Trata-se de uma das Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão (Multicriteria Decision Aid – MCDA) que procuram auxiliar analistas e tomadores de decisões em situações em que há a necessidade de priorização de alternativas, sob a ótica de múltiplos objetivos e interesses, muitas vezes conflituosas.

A MAUT é uma das excelentes opções para a modelagem de preferências

em problemas multicritério de decisão sob incerteza, pois apresenta grande consistência no trato do conjunto de variáveis envolvidas. A sólida estrutura teórica desse modelo é fruto das fortes restrições impostas à aplicação da TUM como Teoria. A TUM é empregada para se determinar a importância atribuída a um critério em relação a outro e priorizar alternativas, no contexto do problema em que se encontra, a partir da construção de uma função matemática. Nesse sentido, se um determinado critério for pouco importante diante de outros critérios, ele vai ter um peso atribuído menor, em comparação aos atribuídos aos demais critérios. Representa-se a importância relativa de cada critério pelo conceito de "taxa de substituição" (*trade-off*). O decisor típico defronta-se com o problema de identificação de taxa de substituição de um critério em relação a outro, em muitas situações de exercício da análise de decisões.

Designa-se por "a" uma alternativa viável e por "A" o conjunto de todas as alternativas viáveis. Para cada ação "a" em "A", associa-se "n" índices de valor  $X_1(a)$ ,  $X_2(a)$ ,  $X_3(a)$ , ...,  $X_n(a)$ . Os "X" são chamados de critérios ou de atributos. Nunca se deve fazer comparações diretas dos valores de  $x_i$  com  $x_j$ , pois os critérios  $X_i$  e  $X_j$  representam conseqüências diferentes no julgamento de uma alternativa e são medidos, normalmente, em unidades totalmente diferentes. O problema do decisor é escolher uma alternativa "a" em "A", de modo tal que esteja condizente com os atributos  $X_1(a)$ ,  $X_2(a)$ ,  $X_3(a)$ , ...,  $X_n(a)$ . Deve-se, então, indexar as combinações  $X_1(a)$ ,  $X_2(a)$ ,  $X_3(a)$ , ...,  $X_n(a)$  por meio de um indexador de escala de preferência ou valor. É adequado, assim, especificar-se uma função de valor escalar "v", definida no espaço das conseqüências e tendo a seguinte propriedade:  $v(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq v(x'_1, x'_2, \dots, x'_n) \Leftrightarrow (x_1, x_2, \dots, x_n) \succ (x'_1, x'_2, \dots, x'_n)$ .

Em que o símbolo " $\succ$ " significa "preferido ou indiferente". A essa notação da função "v", denomina-se "função utilidade". Portanto, dado "v", o problema do decisor é escolher um "a" em "A", tal que "v" seja maximizado. A função de valor "v" serve para comparar vários níveis de diferentes atributos, indiretamente, por intermédio da magnitude  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Para obter-se o conjunto de atributos Y, preferencialmente independente de seu complementar conjunto Z, a estrutura de preferência condicional no espaço y, dado  $z'$ , não pode depender de  $z'$ . Simbolicamente, Y é preferencialmente independente de Z, se, somente se, para algum  $z'$ ,  $[(y', z') \succ (y'', z')] \Rightarrow [(y', z) \succ (y'', z)]$ , para todo z,  $y'$ , e  $y''$ .

Se o decisor fizer com que o conjunto de atributos Y seja, preferencialmente,

independente de seu conjunto complementar Z, então, ele pode concentrar seus esforços na estruturação dos y, mantendo fixo z', sabendo que seus esforços não têm de ser repetidos para diferentes valores de z. Portanto, pode-se dizer que os atributos  $X_1, X_2, \dots, X_n$  são mutuamente independentes do ponto de vista das preferências, se todo o subconjunto Y desses atributos é, preferencialmente, independente de seu conjunto complementar.

Essa propriedade da família de critérios – a de ser mutuamente independentes do ponto de vista das preferências – pode implicar na existência de uma função de valor aditiva. Esta função é a mais simples que pode ser construída e, por isso mesmo, a mais utilizada. Entretanto, o número de condições independentes, preferencialmente, que necessitam ser verificadas através da MAUT, é geralmente grande demais, em aplicações práticas. Assim, para um conjunto com “n” valores de atributos, existem  $n(n-1)/2$  pares de atributos que devem ser, preferencialmente, independentes de seus respectivos complementos.

Podemos representar desta forma:  $U(x_1; x_2) = k_1 u_1 + k_2 u_2$

Em que U é a utilidade global,  $x_i$  são os diversos critérios e  $k_i$  são os pesos para cada critério.

A atribuição de pesos para cada critério ocorre pela comparação de dois critérios de mesma natureza, em que  $u_1 = 1$  e  $u_2 = 0$ , isto é, a utilidade do critério 1 é máxima e do critério 2 é mínima. Os pesos  $k_1$  e  $k_2$ , correspondentes ao critério 1 e critério 2, compõe a seguinte expressão,  $k_1 + k_2 = 0$

Uma vez estabelecidos os pesos e a escala de pontuação, o processo decisório requer a análise de cada alternativa mediante a comparação dos dados.

### 3.3 Método da análise hierárquica (MAH)

O método AHP, criado por Saaty (1991), pode ser usado na quantificação das características qualitativas, permitindo a ponderação de todas as características e a priorização de seleção tecnológica. Segundo o autor, sua teoria reflete o que parece ser um método natural de funcionamento da mente humana. Quando há um grande número de elementos, controláveis ou não, que abrangem uma situação complexa, a teoria os agrega em grupos, segundo propriedades comuns. A questão central do

método é identificar com que peso os fatores individuais do nível mais baixo de uma hierarquia influenciam seu fator máximo, ou seja, o objetivo geral. O método é bastante similar ao MAUT, pois atribui pesos e prioriza alternativas por meio de julgamentos, verbais e numéricos, numa escala de variação e não de dados ponderados arbitrariamente. Basicamente, a metodologia faz parte da evolução do MAUT.

De acordo com Saaty (1991), os modelos têm de incluir e medir todos os fatores importantes, qualitativa e quantitativamente mensuráveis, sejam eles tangíveis ou intangíveis. É o que se propõe na aplicação do Método de Análise Hierárquica (MAH). Consideram-se, também, as diferenças e os conflitos de opiniões, como nos casos da vida real.

O MAH fundamenta-se na comparação das diversas características, duas a duas. A partir da construção de uma matriz quadrada, avalia-se a importância de uma característica sobre a outra, utilizando-se, para isso, uma escala adequada. Saaty propõe a utilização da escala 1. Preenchida a matriz de comparação, calcula-se o autovalor e seu correspondente autovetor. O autovetor dá a ordem de prioridade ou hierarquia das características estudadas.

O Método de Análise Hierárquica, como o próprio nome sugere, é utilizado em situações em que se considera mais de um critério, por exemplo: custo, qualidade, atendimento, etc. Basicamente, esse método trabalha com a mesma ferramenta principal, dos outros métodos, a matriz de decisão. A Tabela 1 representa a matriz de decisão utilizada em uma situação em que se deseja analisar três alternativas, de acordo com cinco critérios diferentes.

Tabela 1 – Matriz de decisão.

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5
Alternativa 1	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$
Alternativa 2	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24}$	$a_{25}$
Alternativa 3	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$	$a_{35}$

Para tal análise propõe-se o Método de Análise Hierárquica (MAH), que é estruturado da seguinte forma:

- Decomposição do objetivo: nesta primeira etapa, o analista ou o executivo deve definir quais são os critérios que estão relacionados com a importância

estratégica de uma empresa. Alguns critérios podem apresentar um significado muito amplo, podendo cada um deles ser dividido em sub-critérios, assim criando uma relação hierárquica entre eles (Figura 1);

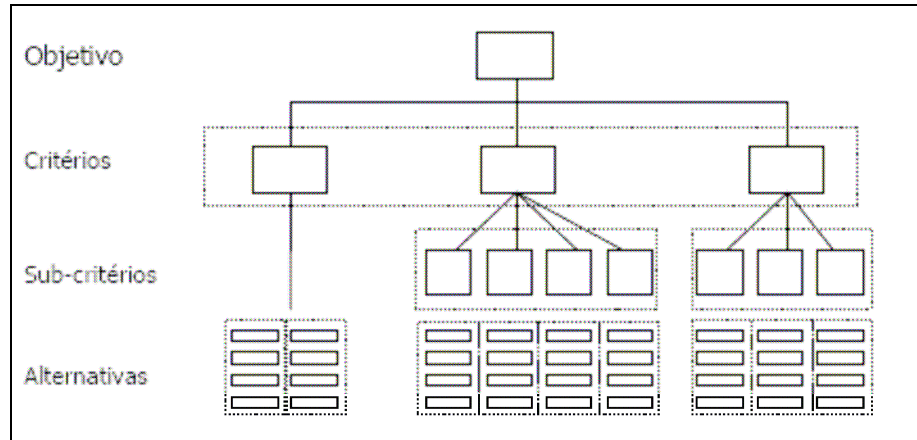


Figura 1 – Lista de critérios.

- Processo de priorização: sempre realizado por meio de sucessivas comparações de dois elementos do mesmo grupo, individualmente. Um grupo é definido pelos elementos que estão no mesmo nível, com a mesma descendência hierárquica. Na Figura 1, eles aparecem delimitados pelas linhas pontilhadas.

- Síntese das prioridades: os valores registrados em cada uma das escalas de comparação, dois a dois são reproduzidos em uma matriz de dimensão  $n \times n$  em que  $n$  é o número de alternativas de um grupo. Trata-se de uma matriz recíproca, em que uma parte de suas células traz os valores derivados das escalas; a outra parte, o inverso dos mesmos valores. Os valores são somados e normalizados, de forma a constituírem um único vetor que exprima a classificação dos elementos de um determinado grupo. Ao final desse processo, existem diversos vetores que expressam a classificação das alternativas para cada um dos critérios e a síntese contínua, e pondera o peso dos critérios (obtido pelo mesmo processo de comparação dois-a-dois), de forma a definir um único vetor, que exhibe o resultado do modelo (Figura 2). O processo de síntese de prioridades é mostrado por Morita (1998) e Saaty (1980).

	a	b	c		d		f
	critério 1	critério 2	critério 3		Ponderação		Classificação
<b>Altern. 1</b>	$c_{11}$	$c_{21}$	$c_{31}$	X	$p_1$	=	A 1
<b>Altern. 2</b>	$c_{12}$	$c_{22}$	$c_{32}$		$p_2$		A 2
					$p_3$		

Figura 2 – Obtenção da classificação final das alternativas.



## **CAPÍTULO 4: LISTAGEM DE PROCEDIMENTOS PARA SELEÇÃO TECNOLÓGICA**

### **4.1 Os aspectos observados para implantação de novas tecnologias**

Muitos são os critérios que devem ser observados para a implantação de novas tecnologias em uma empresa. É necessário lembrar os diversos intervenientes no processo, como o desempenho perante os objetivos da implantação.

Silva (2005a, p. 45) afirma que “Toda a escolha tecnológica é um processo de troca entre requisitos, pois em muitas situações a melhor solução sob um determinado aspecto não apresenta o melhor desempenho sob outros aspectos”.

De acordo com Safdie, (1980 apud SABBATINI, 1997, p. 143), “não existem soluções universais ou padronizadas. As tecnologias construtivas não são transferíveis de lugar para lugar, do mesmo modo que não o são as características ambientais”. Os sistemas têm de ser adaptados a uma particular cultura e à economia local.

Silva, Souza e Menezes (1993), citam requisitos gerais de metodologia de desempenho, resumidos a seguir:

- Desempenho de produto: os produtos devem ser selecionados mediante a análise dos projetos, com cálculos analíticos, modelos matemáticos (durabilidade), verificação de atendimento aos itens de normas técnicas e análise de manifestações e situação geral dos protótipos habitados.

- Desempenho de projeto: os projetos devem ser analisados segundo a verificação das condições proporcionadas pelo projeto arquitetônico referente à adequação física e dimensional. Deve ser analisada a adequação do projeto às necessidades dos usuários.

- Desempenho do processo: os processos devem ser analisados com base na documentação técnica apresentada (memorial descritivo, etapas do processo, programação da obra, critérios de controle da qualidade), das observações em canteiro à análise do registro das operações.

De acordo com Sabadini e Sabbatini (2004, p. 3), “a avaliação do desempenho é necessária para a decisão sobre a utilização de uma inovação, porém não pode ser tomado como único critério de decisão pois o problema é muito mais complexo”. Isto se deve ao número de intervenientes do processo.

Num empreendimento típico de promoção e construção de edifícios, pode-se contabilizar a participação dos empreendedores/incorporadores, de agentes financeiros, das construtoras, dos fornecedores de materiais e componentes, de serviços subempreitados de obra e dos serviços de planejamento e de projeto, todos com significativas interferências e responsabilidades (FABRICIO; SILVA; MELHADO 1999, p. 6).

Silva (1996) analisa, em seus estudos, os aspectos que estabelecem condições para elaboração do projeto e planejamento do empreendimento, enumerados a seguir:

- a natureza e o papel do agente promotor do empreendimento;
- a origem e os fatores condicionantes do emprego dos recursos;
- o grau de intervenção dos usuários da edificação no processo de produção;
- o nível de renda dos adquirentes e a real capacidade de pagamento deles, como condicionante dos preços finais possíveis e como estes condicionam os custos;
- as estratégias de competição dos agentes envolvidos;
- a forma de organização do processo de elaboração do projeto: as responsabilidades, o grau de integração entre os diversos projetistas e a forma de contratação dos serviços;
- o período de separação entre a fase de projeto e a fase de uso da edificação;
- a cultura própria da indústria da construção civil para a utilização de sistemas de informações integrados a vários agentes da cadeia produtiva;
- o grau de conhecimento e de utilização de normas técnicas na fabricação de produtos e como instrumento de especificação;
- as normas de desempenho para produtos inovadores e para alguns produtos já consagrados pelo uso e também às normas de projeto e execução de serviços;
- a legislação de licitações e os procedimentos dos órgãos públicos promotores e financiadores de obras e edificações, para avaliação de projetos e contratação de serviços de desenvolvimento de projeto e execução de obras;
- a legislação urbana referente às características construtivas das edificações.

A partir dessa diversidade de intervenientes do processo, das

responsabilidades e das funções e, ainda, do desempenho, desenvolveu-se uma lista de critérios a serem observados para a implantação de uma nova tecnologia, a fim de obter-se maior possibilidade de sucesso dentro de uma empresa.

#### 4.1.1 Questionário aplicado

Para o desenvolvimento deste estudo, sentiu-se a necessidade de identificação das informações pertinentes à tomada de decisão referente à seleção tecnológica e à inserção do sistema de alvenaria estrutural nas empresas construtoras um questionário, como instrumento utilizado para a coleta dos dados acima citados (Apêndice A).

Com os dados obtidos, listam-se os aspectos observados do ponto de vista de quem decide acerca da tecnologia que será empregada. Partiu-se daí para a formulação dos requisitos que devem ser levados em conta para a tomada de decisão, com foco nos diversos intervenientes do processo.

Foram selecionadas sete empresas construtoras e incorporadoras, na cidade de Santa Maria, localizada no Estado do Rio Grande do Sul, por tratar-se de uma cidade de porte médio no centro do Estado. As empresas foram escolhidas pelo histórico em programas de gestão de qualidade, pela grande atuação no mercado da região e por implantarem, recentemente, o sistema de alvenaria estrutural em seus empreendimentos. Até a presente data, em Santa Maria, existem apenas sete empresas que adotam este tipo de sistema estrutural.

#### 4.1.2 Resultado do questionário

Pelas respostas à primeira questão ao se analisar o perfil dos respondentes, percebe-se que, em maioria os dirigentes das empresas são os próprios engenheiros proprietários e são eles que tomam as decisões acerca da tecnologia a ser utilizada. No entanto um menor número é auxiliado em tal decisão pela equipe técnica da empresa.

A segunda questão trata das motivações que resultam em uma nova tecnologia. Nessa busca, os respondentes procuram por um sistema que acrescente vantagens ao sistema tradicional. A escolha recaiu na alvenaria estrutural, uma vez que há racionalização do processo, limpeza de canteiro, rapidez de execução e

redução de custos de material e de mão-de-obra.

A terceira questão aborda as necessidades de uma mudança tecnológica, que são assim justificadas: maior controle tecnológico, diminuição das patologias existentes no sistema construtivo tradicional, racionalização do processo, tentativa de redução de custos e aumento do lucro e a da demanda de mercado.

Em outra questão, averigua-se como eles, os dirigentes, selecionam e justificam novas tecnologias. Se elas são induzidas por metas das empresas e como acontece a inserção delas na empresa. A seleção e a justificativa de novas tecnologias são explicadas pela comparação simultânea de custos entre os sistemas construtivos (alvenaria tradicional x alvenaria estrutural). Além disso, é observada a literatura existente, os seminários, as revistas técnicas, as visitas técnicas às obras. Também foi citada a importância da disponibilidade do material na região, desde que os órgãos financiadores aceitem o tipo de material e o processo utilizado. A inovação tecnológica é, na maioria das vezes, induzida por agentes externos, isto é, ela observa as exigências dos agentes financiadores e dos clientes, quando o ambiente permite. No que diz respeito à inserção do sistema na empresa, isto acontece por meio do conhecimento tecnológico dado pela realização de cursos, consultorias, visitas técnicas às obras, palestras oferecidas pela Universidade Federal de Santa Maria e pelos fornecedores de materiais da região.

A quinta questão refere-se às principais dificuldades encontradas para a implantação da nova tecnologia que, na maioria das respostas, aponta o convencimento da mão-de-obra de execução e da equipe técnica de projeto de que o procedimento não é mais o da alvenaria tradicional. Também se questionou o tratamento dado às incertezas referentes à nova implantação. Ele foi resolvido por meio de reuniões com a equipe técnica, com a busca de informações em outros empreendimentos e com o respaldo da Universidade Federal de Santa Maria.

Quando questionadas sobre as referências utilizadas para investigar os custos de uma obra em alvenaria estrutural, algumas empresas afirmam que foram feitos estudos comparativos entre os custos de obras em alvenaria tradicional e em alvenaria estrutural. As empresas acreditam na vantagem deste último sistema. Já outras empresas, dependendo do tipo de empreendimento, não acreditam que existam vantagens financeiras na nova tecnologia.

Na questão que trata da satisfação do usuário em relação ao sistema estrutural, a suas limitações e à manutenção, observa-se que não há preocupação

quanto à satisfação dos usuários, a não ser quando se trata da segurança estrutural, do conforto térmico e do acústico. Apenas uma empresa preocupou-se com a flexibilidade do projeto arquitetônico, no decorrer da vida útil do imóvel. As recomendações quanto às limitações e à manutenção do imóvel são, em totalidade, repassadas para os usuários pelo Manual do Proprietário – Uso e Manutenção do Imóvel.

A última questão se refere às patologias da alvenaria que são relacionadas com as fissuras (mapeamento das paredes), causadas pelas dilatações térmicas da última laje, pelos recalques de fundações e pelas cargas concentradas nos vãos das esquadrias. Apenas uma empresa rastreia as patologias por intermédio do serviço de assistência técnica.

Pode-se observar que, sob a óptica dos dirigentes e dos projetistas, a introdução das novas tecnologias é resultado de uma expectativa do mercado, no que tange à redução de custos e de prazo de execução; portanto, há um aumento de lucro para a construtora que, muitas vezes, não leva em conta a satisfação dos usuários e as limitações da nova tecnologia, mas busca sempre um respaldo técnico, através de consultores e da Universidade Federal e também através de análise de outros empreendimentos afins.

Desse modo, procura-se, por meio deste questionário, selecionar requisitos abordados sob a óptica dos dirigentes das empresas que devem ser avaliados no momento da tomada de decisão acerca da introdução de novas tecnologias. Eles são abordados a seguir.

## **4.2 Projeto**

### **4.2.1 Estabilidade estrutural**

A estrutura da edificação, as paredes, as coberturas não devem apresentar deflexões horizontais nem verticais acima dos limites estabelecidos pelas normas técnicas brasileiras. Como também não devem apresentar fissuras e danos que comprometam tanto a utilização e a durabilidade de seus componentes quanto o funcionamento da edificação.

De acordo com Corrêa e Naveiro (2001, p. 2), “A falta de norma técnica e bibliografia sobre integração de projetos de arquitetura e estrutura mostra a

defasagem das publicações nacionais em relação aos novos processos de projetar e construir empregados pelo subsetor de edificações”. São de extrema importância o domínio teórico, o conhecimento e o atendimento das normas técnicas referentes ao sistema estrutural, de maneira que ele possa ser integrado ao projeto arquitetônico já na fase de concepção. A integração entre projetos de arquitetura e estrutura ocorre ao longo das várias etapas deles. O lançamento de estruturas não é um simples conjunto de aplicações de regras estruturais, mas um estudo complexo, que envolve levantamentos, necessidades, recursos humanos, materiais e tecnológicos disponíveis.

#### 4.2.2 Segurança contra fogo

O desenvolvimento tecnológico efetuou profundas modificações nos sistemas construtivos. Estes se caracterizam pela utilização de grandes áreas sem compartimentação, pelo emprego de fachadas envidraçadas e pela incorporação acentuada de materiais combustíveis aos elementos construtivos. Tais modificações, aliadas ao número crescente de instalações e de equipamentos de serviço, introduziram riscos que anteriormente não existiam nas edificações. Para obter-se um nível aceitável de segurança contra incêndio, é preciso conhecer os objetivos da segurança contra incêndio e saber como atuar na prevenção e na proteção, desde o anteprojeto até a construção, operação e manutenção de um edifício. Grande parte da segurança contra incêndio é resolvida na fase de projeto. E muitas diretrizes também são encaminhadas para a solução geral do problema nessa mesma fase. A segurança aumenta com o atendimento das legislações de prevenção de incêndio, na questão de projeto arquitetônico e de instalações hidráulicas, alarme, instalações elétricas e pára-raios. Pela regulamentação, são definidas as condições mínimas de segurança contra incêndio, que devem ser compulsoriamente atendidas em todos locais e atividades. A ela também são atribuídos os critérios gerais de atuação do poder público visando garantir sua aplicação.

A regulamentação deve atuar de maneira a satisfazer as partes envolvidas, isto é, deve atender aos interesses da administração pública, dos consumidores e dos empresários. No entanto a normalização deve conter detalhes técnicos que providenciem a sustentação da regulamentação. Eles devem contemplar não só as condições relativas ao projeto, fabricação, construção, instalação, funcionamento,

uso, manutenção e avaliação dos dispositivos utilizados na garantia da segurança contra incêndio dos edifícios, mas contemplar também as instalações de serviço e equipamentos, tendo sempre como objetivo minimizar o risco de início de incêndio.

As estruturas, as fachadas e as paredes internas, em caso de incêndio, devem manter a estabilidade e impedir a passagem do fogo de um compartimento para outro, por um tempo determinado que permita a evacuação da habitação.

#### 4.2.3 Segurança no uso

Este critério de segurança se refere à proteção do usuário e envolve questões como proteção contra: explosões e queimaduras, movimentos mecânicos, choques elétricos, radioatividade e, ainda, segurança durante movimentos e circulação e contra intrusão humana ou animal. Em especial, nos dias atuais, o ponto de segurança contra terceiros é bastante valorizado pelos usuários finais do empreendimento. A segurança do imóvel e a do usuário devem ser observadas na concepção do projeto arquitetônico, considerando acessos de pedestres e veículos, controle visual, forma de fechamento da edificação com os lotes lindeiros, fechamento das sacadas, implantação de sistemas de controle de segurança. Como a segurança se encaixa em diversos perfis de usuários, deve ser explorada no momento da venda do imóvel.

#### 4.2.4 Estanqueidade

Estanqueidade faz referência à capacidade de isolamento da edificação como, por exemplo, da água e do ar. As paredes externas, os pisos e a cobertura devem ser totalmente estanques à água da chuva, não apresentando vazamentos ou manchas de umidade em sua face interna. Relaciona-se tal capacidade também com o controle de entrada de fluídos nos ambientes (vento, umidade, temperatura do ar, radiação térmica, condensação).

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p. 29), “A radiação solar é a principal fonte de energia para o planeta” e “é possível tirar partido ou evitar a luz e o calor solar em uma edificação, e o critério mais sábio para definir o que fazer é ter como premissas básicas o conforto térmico e visual dos ocupantes e a economia de energia”. A radiação solar depende de diversos fatores, como a trajetória solar, o

azimute solar, a altitude solar e o horário do dia.

A radiação solar pode ser interceptada e amenizada pelo uso de elementos vegetais e topográficos. Nesse sentido, o uso de vegetação pode ser explorado nas diversas estações do ano e de diferentes maneiras. Outra forma de proteção e de controle da radiação é o uso de brises nas fachadas das edificações. Contudo quando se necessita deste calor gerado pela incidência solar, pode-se fazer uso de zenitais ou grandes aberturas laterais, paredes de acumulação de calor ou jardins de inverno.

A temperatura é a variável climática mais conhecida e de fácil medição. O projetista deve saber quando é importante sua intervenção para poder tirar bastante proveito da inércia e da massa térmica da terra, para amenizar a temperatura no interior da edificação, tanto no frio como para o calor. Para o aquecimento de uma edificação, é necessário construir fechamentos opacos mais espessos e diminuir a área de aberturas, orientando-as para o sol. Para o resfriamento de uma edificação, as aberturas devem ser protegidas para evitar a ventilação diurna.

O vento pode apresentar variações significativas de direção e velocidade. De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p. 34), “isto acontece principalmente pelas diferenças de temperatura entre as massas de ar, o que provoca o seu deslocamento da área de maior pressão para a área de menor pressão”. As condições dos ventos podem ser alteradas com a presença de vegetação, edificações e outros anteparos naturais ou artificiais. O perfil topográfico e a rugosidade da superfície alteram, do mesmo modo, o efeito dos ventos. O desenho urbano e a forma arquitetônica podem canalizar de diversas maneiras o fluxo do ar tanto na cidade como no interior da edificação. Deve-se, para cada situação, analisar o efeito mais vantajoso a ser utilizado.

A umidade está relacionada com a quantidade de água contida no ar, a uma determinada temperatura. É resultado da evaporação da água de rios, mares, lagos e também dos vegetais. A presença de água ou vegetação próxima ou em contato com a edificação pode modificar o conforto no interior dela.

#### 4.2.5 Pureza do ar

A ventilação, no interior da edificação, é de fundamental importância para o conforto dos usuários; pois, é através dela, existe a possibilidade de pureza do ar e o controle de odores e de gases tóxicos. Pode-se direcionar a ventilação por meio



da exploração da forma e da orientação do edifício, situando-o na máxima exposição às brisas. Outra forma, é promover espaços internos que possibilitem o fluxo de ar entre os ambientes. Muitos elementos podem permitir esse tipo de solução, sem que se perca a privacidade. É possível gerar espaços que permitam a circulação vertical de ar, usando o recurso da convecção de ar natural.

#### 4.2.6 Conforto acústico

A Acústica de ambientes é o segmento que configura o planejamento do campo sonoro de recintos, fechados ou abertos, em relação à função que eles irão exercer. Nesse caso, são importantes as formas geométricas dos ambientes, os materiais empregados em sua composição e seus coeficientes de reflexão, absorção e transmissão, as fontes sonoras empregadas e, ainda suas posições no ambiente, entre outros fatores, para obter-se a harmonia acústica ambiental. Em particular, a acústica de ambientes fechados, além de levar em consideração os fatores acima, estuda os efeitos de aberturas no ambiente fechado.

Existe, ainda, o tratamento acústico de ambientes muito ruidosos, como fábricas – chamado de controle do ruído interno. O isolamento de ruído aéreo é o segmento que trata do isolamento de ruídos aéreos do exterior para o interior e vice-versa, e também entre ambientes internos. Já o isolamento de ruído transmitido pela estrutura, lida com as vibrações transmitidas pela estrutura e geradas por impacto de objetos, máquinas e pessoas.

Até mesmo dormindo, as pessoas não estão livres do incômodo de ruídos. O sono a partir dos 35 dB, vai ficando superficial e, a 75 dB, atinge perda de 70% do estágio do chamado sono profundo. Desse modo, a pessoa passa a ficar irritadiça e nervosa, durante o período em que está acordada, por insuficiência de descanso.

Além de prejudicar diretamente o aparelho auditivo e o cérebro, por ação reflexa, os ruídos afetam também outros órgãos ligados a funções neurovegetativas. Um longo período de exposição a ruídos pode causar aumento dos batimentos cardíacos, distúrbios circulares e respiratórios, contrações musculares, aumento da produção de adrenalina, dilatação da pupila, entre outros. Geralmente, os efeitos dessas alterações aparecem em forma de mudanças de comportamento, como mau humor, excitação, fadiga mental, cansaço e, até mesmo, desajuste social.

Em resumo, percebe-se que a influência do ruído aéreo na capacidade de

atenção e de concentração do indivíduo reduz o rendimento nas atividades mentais e físicas. Nota-se também que repercussões físicas podem provocar repercussões mentais e vice-versa, podendo ser confundidas, até mesmo, com distúrbios emocionais.

Acredita-se que o desconforto acústico, com repercussão neuropsicológica, seja o motivo comum para a insatisfação dos ocupantes de imóveis de fachadas sem isolamento acústico adequado à poluição sonora externa. Esse tipo de desconforto, mesmo que seja originado por ruídos de amplitudes não muito altas para danos físicos, obrigatoriamente, induz as pessoas a ficarem irritadas pela falta de sossego.

Já, os desconfortos acústicos com repercussão física, ou seja, com danos aos órgãos, geralmente, ocorrem mediante atuação de ruídos muito intensos e/ou com exposições de longos períodos a eles. Em geral, esses casos dizem respeito a pessoas que trabalham em locais muito ruidosos que, por algum motivo não utilizam protetores auriculares corretamente como por exemplo, operários de indústria metalúrgica, músicos de bandas, etc. Os danos físicos também podem acontecer a pessoas que se expõem a ruídos por diversão, como pessoas que freqüentam boates muito barulhentas. O desconforto acústico com repercussão estritamente física não está, primordialmente, relacionado ao presente estudo.

Em termos de edificações, quando o descaso com o conforto acústico se estender a elas, o usuário do imóvel que não possui isolamento acústico adequado à finalidade dos ambientes, têm o direito de recorrer ao judiciário. Nesses casos, pode-se alegar defeito de construção, já que o construtor é o responsável pela condição da edificação. Há também a alusão do imóvel como um produto, ao qual o ocupante é o consumidor desse produto, que remete ao esclarecimento de deveres e direitos do Código de Defesa do Consumidor.

Em alguns países mais desenvolvidos, como os europeus, onde o cumprimento das leis é controlado, se uma edificação é construída em área em que é exigido isolamento acústico das fachadas na ordem de 40 dB (A), o construtor assim o faz.

#### 4.2.7 Conforto visual

Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p. 44) afirmam que “O conforto visual é o principal determinante da necessidade de iluminação em um edifício”. A boa iluminação compreende a intensidade de iluminação adequada, com o

direcionamento certo, para uma determinada tarefa. Ela deve ter a capacidade de proporcionar uma boa definição de cores, contrastes adequados e evitar o ofuscamento. É muito importante determinar as atividades que o usuário poderá realizar em cada ambiente, de forma que se possa garantir a versatilidade da iluminação e o conforto visual. A Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT), pela NBR 5413, fixa as iluminâncias mínimas a serem atingidas em função do tipo de tarefa visual. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (1997):

Conforto visual é entendido como a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano possa desenvolver suas atividades visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com o menor risco de prejuízo à vista e com reduzidos riscos de acidentes (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 1997, p. 44).

A qualidade da iluminação é determinada por uma “estrutura mental” que traduz uma condição intangível. Chega-se a ela por meios indiretos, ao se investigar medidas de comportamento que podem incluir avaliação de humor, conforto, satisfação, julgamentos estéticos, medidas de desempenho em tarefas motoras ou cognitivas, observação indireta de interação social ou comportamentos individuais.

Um projeto eficiente de iluminação deve levar em consideração as atividades que serão desenvolvidas nos ambientes, as necessidades psico-fisiológicas dos seus ocupantes e, simultaneamente, contribuir para criar a atmosfera do espaço.

O Centro de Projetos e Engenharia de Iluminação da Philips Lighting Division, na Holanda, adota requisitos para projetos eficientes, tais como: o desempenho visual, o conforto visual, a agradabilidade dos ambientes e a economia do sistema.

O desempenho visual consiste na precisão com que uma tarefa pode ser executada e depende tanto da iluminância, quanto dos contrastes em cor e luminância do ambiente. O grau de satisfação visual do usuário, referente a conforto e agradabilidade, depende não só de uma série de outros parâmetros como o ofuscamento, a modelagem do espaço, a estética do material, mas também de requisitos sobre a iluminância, distribuição da luminância e qualidade das cores.

Deve-se ter consciência de que o não-atendimento desse requisito de projeto pode gerar desconforto, prejuízos à saúde e um alto custo ao longo da vida útil de uma edificação. Cada vez mais, busca-se o aproveitamento da energia natural e a eficiência de seu uso, e também o uso de lâmpadas e reatores mais econômicos, que irão se refletir diretamente no custo de manutenção da edificação.

#### 4.2.8 Conforto tátil

Para que haja conforto tátil, é necessário considerar aspereza, umidade, temperatura e flexibilidade das superfícies e, ainda, ausência de descargas de eletricidade estática. O conforto tátil é um requisito que se refere ao contato da pele com superfícies demasiadamente rugosas, cortantes ou viscosas, excessivamente quentes, úmidas ou molhadas.

#### 4.2.9 Conforto antropodinâmico

Este item alude às sensações espaciais dos pedestres em relação ao espaço urbano e, ainda, às limitações de acelerações e vibrações como, por exemplo, vias largas que repentinamente se estreitam, conforto do pedestre em áreas ventosas, aspectos de resistência e manobrabilidade humana. Tal conforto refere-se ao traçado das vias e passeios e ao mobiliário e equipamentos urbanos destinados aos transeuntes. O conforto antropodinâmico deve ser assegurado nas operações de manobra dos vários componentes da edificação, como portas, janelas, torneiras, registros, etc, e também no caminhar e no subir e descer os degraus de escada.

#### 4.2.10 Higiene

O item higiene abrange a preocupação com a habitabilidade e condições adequadas de higiene, como abastecimento com água potável, instalações confiáveis para o cuidado com o corpo humano, evacuação de águas servidas, serviços de esgoto cloacal e pluvial, destino de lixo doméstico e controle de emissão de fumaças.

#### 4.2.11 Adequabilidade a usos específicos

Esta adequabilidade relaciona-se com as necessidades espaciais para determinado tipo de usuário pertencente a um mercado. Brandão e Heineck (2003, p. 40), entendem que “as avaliações pós-ocupação em conjuntos habitacionais unifamiliares têm mostrado, principalmente, a insatisfação com o tamanho das casas como um todo e com a adequação dos cômodos, principalmente os dormitórios.” Já

Reis (1995) observa, em seu trabalho, que alterações promovidas na habitação pelo morador, podem ou não aumentar sua satisfação de moradia, uma vez que o espaço físico deve acomodar mudanças sociais, durante largos períodos, sem grandes mudanças físicas. Se o morador está fazendo alterações, significa que o projeto habitacional não está satisfazendo as necessidades dele como usuário.

Brandão e Heineck (2003), em seus estudos, conceituam as diversas tipologias de alternativas de projeto que seguem:

- diversidade tipológica: existência de diversidade de unidades-tipo em um mesmo edifício, ou seja, o empreendimento é concebido com diversas plantas diferentes, no que se refere à área privativa e ao número de dormitórios;

- flexibilidade propriamente dita: concepção que prevê a planta livre, proporcionando a possibilidade de gerar uma variedade de arranjos. Procura-se separar a área seca, que constitui a parte livre, da área molhada, que é normalmente fixa;

- adaptabilidade: Critério que visa a assegurar a descaracterização funcional das peças de uma edificação, de forma a dar-lhes alternativas de uso. As unidades são projetadas sem que sejam predeterminadas as condições de uso, deixando as decisões para os usuários;

- ampliabilidade: concepção em que a unidade pode receber a adição de novos ambientes ou cômodos. Nas habitações unifamiliares, são representantes dessa concepção a casa mínima ou habitação-embrião.

- junção ou desmembramento: estão incluídos aqui os casos de junção de unidades residenciais (casas ou apartamentos) para formar uma maior, e também o caso contrário, quando uma unidade é desmembrada em duas.

Vários autores defendem a importância da flexibilidade, tanto na ocupação inicial dos espaços como ao longo de sua utilização. Rosso (1980) sugere a construção de habitações polivalentes, em que utilização do espaço e o projeto possam ser compatíveis com diferentes padrões de vida no decorrer do tempo, ou seja, a multiplicidade de usos.

Nesse sentido, Reis (1995) entende que o custo dessas alterações tende a ser superior ao de prover espaços com características similares nos projetos originais.

Como se pode avaliar em pós-ocupação, usuários com o poder aquisitivo baixo, cujas habitações são denominadas de interesse, enfrentam diversos problemas que vêm tomando proporções cada vez maiores. Pode-se dizer que as

áreas das residências estão cada vez mais enxutas, ou seja, são entregues com materiais de baixa qualidade, sem preocupação com os espaços internos e, em diversos casos, desprovidas de acabamentos.

Szücs (2002, p. 148), em seus estudos, critica a pouca consideração com que o poder público tem tratado tais questões. Ele observa que “muitas são as razões que levam o morador a modificar sua casa. As razões de ordem cultural são as que acarretam transformações mais agudas, com mudanças de uso e mudanças estruturais em relação ao sistema de circulação original da moradia”. O autor revela que apenas 5% das habitações visitadas, para desenvolvimento de seu trabalho, não sofreram quaisquer modificações. No intuito de verificar o desempenho funcional das unidades, ele detectou os seguintes conflitos, nos projetos arquitetônicos: quanto à articulação espacial, os projetos não prevêm o crescimento da edificação, resultando assim em modificações prejudiciais ao zoneamento; quanto ao dimensionamento dos ambientes, eles não permitem a instalação dos equipamentos mínimos; quanto à relação da habitação com a atividade produtiva, por exemplo, a tipologia isolada, num lote longo e estreito, propiciando a ocupação do fundo do lote para outras atividades, muitas vezes prejudicando o conforto da edificação. No entanto Szücs (2002, p. 151) lembra que “pequenas edificações não permitem uma diversidade organizacional significativa nem tampouco satisfaz a mudança familiar das mais previsíveis como, por exemplo, o nascimento de um filho”.

Existe uma crescente demanda para a personalização das unidades habitacionais, como está é uma realidade inevitável. Para as empresas sobreviverem a ela, devem aliar flexibilidade, produtividade e eficiência.

#### 4.2.12 Durabilidade

O conceito de durabilidade pode ser relacionado com dois tipos de abordagens, uma aplicável ao edifício e suas partes, isto é, relacionada com sua vida útil e o desempenho dele no tempo, outra que considera a capacidade de resistir à degradação de cada material componente da edificação.

John (1987) define durabilidade como “a capacidade que um produto, componente, montagem ou construção, possui de manter seu desempenho acima dos níveis mínimos especificados, de maneira a atender a exigência dos usuários, em cada situação específica”. A partir desse conceito, pode-se concluir que existe

uma relação entre a durabilidade do material e as condições as quais ele é exposto e as soluções de projeto que a ele se aplicam.

Silva (1996, p. 131) declara que “a durabilidade pode ser quantificada pela representação da função do desempenho ao longo do tempo para a condição específica que quer se avaliar e pela estimativa da vida útil”. John (1987) conceitua vida útil como “período de tempo após a instalação, durante o qual o desempenho de um material ou componente da edificação, excede os valores mínimos aceitáveis, quando sofrem manutenção rotineira”.

Nesse mesmo sentido, Silva (1996) alerta sobre os dois tipos de vida útil, a estrutural e a econômica. A primeira se relaciona com os fenômenos de degradação dos materiais e componentes da edificação; a segunda, em função dos custos gerados, diz respeito a não realização das atividades de manutenção dos padrões de desempenho, ou à que descaracterização do valor deles em função das mudanças de uso.

O usuário deve ser capaz de realizar todas as atividades de manutenção necessárias, empregando equipamentos usuais e materiais disponíveis no mercado. Deve ser fornecido manual de uso e manutenção com as necessárias orientações sobre as condições adequadas de uso e realização de atividades de manutenção.

#### 4.2.13 Economia

A economia, aqui abordada, refere-se ao aproveitamento eficiente de recursos (material, espaço, tempo, etc.), com redução ao mínimo do gasto desses elementos: economia de espaço, economia de força motriz, economia de mão-de-obra. Os custos de implantação, financeiros, de operação e manutenção, serão abordados mais adiante no item custos.

#### 4.2.14 Aspectos a serem observados no setor de projetos

- adequação física;
- adequação dimensional;
- adequação formal;
- atendimento de normas técnicas pertinentes ao sistema estrutural;

- atendimento da NBR 9077 – Saída de emergência;
- atendimento da NBR 9050 – Acessibilidade de portadores de necessidades especiais;
- controle de segurança a terceiros;
- proteção contra explosões e queimaduras;
- proteção contra movimentos mecânicos;
- proteção contra choques elétricos;
- proteção contra a radioatividade;
- segurança durante movimentos e circulação;
- segurança contra intrusão animal;
- controle da radiação térmica;
- atendimento da NBR 5413 – iluminância de interiores;
- controle de ventilação;
- controle de umidade do ar;
- controle de temperatura do ar;
- atendimento NBR 10152 – níveis de ruído para conforto acústico;
- tratamento acústico adequado;
- conhecimento de transmitância de radiação do material;
- conhecimento do bloqueio do som do material.
- projeto luminotécnico;
- projeto hidrossanitário;
- projeto de pára-raios;
- destino emissão de fumaças;
- temperatura, aspereza, flexibilidade e umidade do material;
- flexibilidade dos espaços;
- projetos adaptáveis;
- projetos passíveis de junção ou desmembramento;
- projetos passíveis de diversidade tipológica;
- projetos passíveis de ampliação.



## 4.3 Recursos humanos

### 4.3.1 Fornecimento de mão-de-obra

O setor da construção civil é caracterizado pelo domínio das pequenas e médias empresas. Muitas destas utilizam os serviços de subempreitada, que consistem na terceirização da mão-de-obra, pois nem sempre a demanda de obras é suficiente para absorver a contratação de todo o pessoal envolvido na construção do edifício.

Como no setor de fornecimento de materiais, o de recursos humanos deve estimular o relacionamento entre a empresa construtora e a empresa fornecedora de mão-de-obra, pois, assim, diminui a chance de riscos relativos à qualidade de execução de serviços. Quando se trata de fornecedores já conhecidos, ainda há a possibilidade de negociação de preços, prazos e formas de pagamento.

O fornecimento de mão-de-obra requer a retenção de diversos impostos, portanto, a empresa contratante deve estar atenta quanto a tal pagamento que deve ser efetuado pela empresa contratada; assegurando, dessa forma, os direitos dos trabalhadores e eventuais problemas do não cumprimento da lei.

A empresa contratante deve ter o domínio do conhecimento da produtividade de cada equipe; pois, com tal informação, ela pode dimensionar a quantidade de trabalhadores necessários para desempenhar determinada tarefa, em um prazo específico. Sem essa noção, não é possível assegurar o cumprimento do cronograma físico-financeiro da obra.

Nessa mesma direção, se ocorrer um planejamento de execução de obras deficiente, em que as equipes não estão, na hora adequada, em seus postos de trabalho, com equipamentos de trabalho e materiais disponíveis, pode acarretar um tempo ocioso e desperdício de tempo de trabalho dos empregados.

### 4.3.2 Aspectos a serem observados no setor de fornecimento de mão-de-obra

- número de fornecedores de mão-de-obra no mercado.
- disponibilidade de mão-de-obra;
- recolhimento de impostos pela empresa;

- repasse dos direitos trabalhistas;
- atendimento do subempreiteiro;
- preço da mão-de-obra;
- prazo para execução dos serviços;
- forma de pagamento;
- assistência técnica do subempreiteiro.

#### 4.3.3 Treinamento da mão-de-obra

Durante a execução de uma obra, vários profissionais com conhecimentos diversos interferem no processo. Nesse contexto, verifica-se uma série de problemas decorrentes da condição de saber dos operários. Não basta que tenha sido alcançado um nível de controle de projeto satisfatório, se os funcionários não exibirem o grau de instrução adequado para compreender as especificações dele. Para que haja tal compreensão, é necessário que o nível de conhecimento do funcionário seja compatível com sua habilidade. O nível de escolarização é de fundamental importância nessa situação.

Julga-se de fundamental importância o treinamento das equipes para procedimentos de segurança do trabalho; pois, assim, reduz-se o risco de acidentes de trabalho, assegurando a empresa contra eventuais problemas com os funcionários.

O ponto mais importante, no caso de implantação de uma nova tecnologia, é saber se a mão-de-obra disponível atende à mudança tecnológica. Se ela não está capacitada, deve ter motivação suficiente para aprender por meio de treinamento a nova técnica, pois o envolvimento e o interesse são fundamentais para o sucesso de qualquer introdução tecnológica. Se a motivação não existir, há a necessidade de fazer novos recrutamentos, nova seleção de pessoal, para uma possível contratação.

A equipe deverá ser treinada para cumprir suas tarefas, pois trabalhadores não especializados geram mais despesas para a empresa, visto que ocasionam queda na qualidade da execução, aumento de desperdício de material, menor produtividade e conseqüentemente re-trabalhos.

Não se pode esquecer que treinamentos demandam tempo e dinheiro para investimento. Eles podem ficar a cargo da empresa contratante e/ou da empresa

contratada.

#### 4.3.4 Aspectos a serem observados no treinamento da mão-de-obra

- nível de escolaridade mínimo;
- grau de instrução compatível com a função;
- investimentos em procedimentos de segurança e higiene;
- treinamento e formação profissional dos operários;
- tempo para treinamento;
- investimento financeiro para treinamento;
- tempo gasto em re-trabalhos;
- desperdício de material em virtude de re-trabalhos.

#### 4.3.5 Documentação

A documentação deve ser entendida como um elemento importante para o fluxo de informação.

Para que a empresa possa implantar novas tecnologias, ela precisa dominá-las, a fim de diagnosticar as rotinas de trabalho e as tarefas do processo de projeto. Pela documentação, pode-se localizar, identificar e controlar cada etapa do processo, desse modo, auxiliando na rastreabilidade de eventuais problemas e de possíveis soluções. Além disso, a documentação fornecerá subsídios para estabelecer condições de contratação de mão-de-obra e de fornecedores de materiais e para definir elementos para treinamento de pessoal e controle dos serviços executados.

A documentação deve ser compatível com o tamanho da empresa. Processos muito burocráticos, formalizados e rígidos podem funcionar como entrave à implantação de novas tecnologias.

#### 4.3.6 Aspectos a serem observados na documentação

- documentação de contratação de mão-de-obra;
- documentação de contratação de fornecimento de materiais;
- documentação de treinamento de mão-de-obra;

- documentação de procedimentos operacionais;
- documentação de controle da obra;
- documentação de procedimentos para entrega da obra;
- documentação – manual de uso e manutenção do imóvel.

## **4.4 Empreendedores**

### **4.4.1 Investimentos**

É possível afirmar que quanto menor o investimento financeiro, mais fácil é a aceitação por parte dos empreendedores da implantação de novas tecnologias.

Algumas tecnologias dependem de altos investimentos iniciais de implantação, tais como: custos com treinamento de pessoal, equipamentos, maquinários, planejamento de canteiro, isso muitas vezes impossibilita o desenvolvimento de outras etapas do processo. Outras tecnologias demandam investimentos iniciais com custo zero que, posteriormente, ficam exagerados em outras etapas e inviabilizam o empreendimento. No entanto existem tecnologias em que o investimento pode ser gradual em todos os estágios do empreendimento. O importante é verificar o investimento ao longo de todo o processo.

As empresas devem estar atentas às suas reais condições financeiras. É necessário que estas sejam compatíveis com o tamanho de seus empreendimentos e com a estrutura organizacional, de maneira que elas obtenham sucesso em suas ações.

### **4.4.2 Aspectos a serem observados em investimentos**

- necessidade de investimento financeiro inicial;
- planejamento de recursos ao longo do empreendimento;
- cronograma físico-financeiro.

### **4.4.3 Financiamentos**

Outro aspecto importante diz respeito ao incentivo financeiro que algumas

instituições bancárias oferecem aos correntistas. Muitas empresas construtoras se valem desses serviços, pois não possuem o capital necessário para a totalidade da execução de um empreendimento. Em decorrência de inúmeros insucessos dos programas de incentivo, na última década – creditados principalmente à falta de qualidade na execução das obras e à falta de materiais –, cada vez mais aumentam os critérios e os requisitos para que as empresas possam se valer de benefícios. As empresas são avaliadas em âmbito jurídico e no próprio empreendimento. Portanto, é necessário um investimento inicial, em programas para melhorar a qualidade, que abranjam toda a cadeia produtiva, que compreende cursos sobre o sistema de qualidade, cursos de treinamento de pessoal, documentação de procedimentos, entre outros.

#### 4.4.4 Aspectos a serem observados em financiamentos

- existência de políticas governamentais de incentivo;
- existência de políticas setoriais de incentivo;
- existência de ações setoriais de desenvolvimento tecnológico;
- possibilidade e restrições de financiamento;
- situação jurídica da empresa;
- necessidade de financiamento;
- engajamento em algum programa de melhoria da qualidade;
- investimento em cursos de capacitação;
- investimento em auditorias;
- investimento em documentação do processo.

#### 4.4.3 Custos

Ao se referirem sobre custos, Howell e Ballard (1996) lembram que:

Da mesma forma como em outras indústrias, o controle de custos na construção civil tem servido mais à gestão de contratos do que à gestão do processo de produção propriamente dito. Basicamente se dá através de um simples controle que identifica valores orçados, valores reais e a diferença entre os dois (p. 01).

As deficiências, nos sistemas de gestão de custos, começam na orçamentação, com o emprego de composições de custos que utilizam coeficientes de consumo de materiais e de mão-de-obra que nem sempre conferem com a realidade da empresa. Os orçamentos, geralmente, são feitos pelos orçamentistas em *softwares* especializados, com composições de materiais e de mão-de-obra estipulados pelo programa ou pelo orçamentista, se a empresa possuir a medição do consumo real da quantidade de material e de mão-de-obra. A partir do somatório dos custos diretos é aplicada uma incidência sobre o custo direto, que se refere aos custos indiretos (administração local, administração central, mobilização de equipe, lucro, impostos, etc), ou seja, a Bonificação de Despesas Indiretas (BDI). No entanto, em muitas empresas, tais valores são aplicados somente em nível de contrato, não sendo utilizados no setor de produção da obra.

Os setores de produção e de suprimentos devem considerar, em seus planejamentos, o fluxo de caixa realizado pelo setor financeiro que, por sua vez, deve considerar o planejamento da produção e as formas de pagamentos na realização do fluxo de caixa. O setor de orçamento também deve trabalhar de forma conjunta, portanto deve considerar não só as informações referentes aos processos produtivos empregados na produção, mas também os preços acertados com fornecedores. Como consequência, a integração entre os setores facilitará a gestão do desenvolvimento dos custos, no decorrer do empreendimento. O controle dos custos do empreendimento é realizado por intermédio de um comparativo retroativo entre os valores orçados e os efetivamente gastos.

A adequação do formato da informação entre o planejamento e o orçamento proporciona facilidade na apropriação do orçamento; para tanto, o setor da produção deve informar ao orçamentista o tempo efetivamente gasto na execução (consumo de mão-de-obra), e o setor de suprimento deve comunicar os valores pagos na compra dos materiais. Essa apropriação de preços é de grande importância na análise dos custos reais do empreendimento e deve servir de base na tomada de resolução referente quanto às decisões de projetos, seleção tecnológica, escolha de fornecedores e contratação de empreiteiros, para o empreendimento em andamento, ou para empreendimentos futuros.

Lembra Silva (2005) que:

No processo de produção de edificações a quantidade de interfaces e

sistema inter-relacionados é enorme e jamais deve ser desconsiderada em uma composição de custos. Um sistema mais barato pode provocar tantas interferências em processos executivos ou em outro elemento da obra que essa vantagem pode desaparecer (p.31).

Os custos de uma edificação podem ser divididos em custos internos, decorrentes das características da própria edificação; e custos externos, compartilhados pelas edificações próximas e de responsabilidade das instituições públicas.

Segundo Stone (1980), os custos incorridos na produção e no uso das edificações, ao longo da vida útil delas, podem ser vistos em diferentes momentos do processo. Eles são definidos como:

- custos da construção: incluem todos os custos incorridos desde a concepção até o término da construção da edificação;
- custos de operação: custos decorrentes da limpeza, iluminação, operação de equipamentos e instalações, consumo de água, etc;
- custos de manutenção: custos decorrentes da substituição de materiais ou componentes, reparos componentes e elementos, decoração;
- custos de modernização ou adaptação: são os custos provenientes da adaptação da edificação às necessidades de uso, a fim de evitar sua obsolescência funcional;
- custos de demolição e venda.

Analisando essas diversas implicações no valor total de uma edificação, pode-se concluir que a tomada de decisão, vista sob a óptica de custos, deverá ser avaliada a partir de uma análise das alternativas de projetos; materiais, componentes e elementos; opções de adaptação; inovação de materiais, componentes e elementos; e programas de manutenção.

Neto, Formoso e Fensterseifer (2002, p. 46) alertam sobre os custos, “em função do produto da construção ser de elevado valor, o preço tem uma importância muito grande durante o processo de tomada de decisão. Além disso as condições de pagamento também podem ter uma influência considerável, pois, muitas vezes, o valor da prestação e a forma de pagamento preponderam em relação ao preço real do imóvel”.

Uma alternativa de redução de custos, proveniente da execução da obra, é descrita da seguinte maneira por Neto, Formoso e Fensterseifer (2002) abaixo.

A empresa pode também investir em processos construtivos e equipamentos que possibilitem a execução postergada de atividades, sendo as mesmas executadas mais próximo do término da obra. Com isso, a organização poderá se capitalizar no início, pois o fluxo de receitas inicia-se no começo da obra, e concentrar as despesas pro final do empreendimento, tendo portanto um maior retorno financeiro (p. 46).

#### 4.4.6 Aspectos a serem observados nos custos

- custos de mão-de-obra;
- custos de material;
- custos de serviços;
- custos indiretos (BDI);
- custos de operação;
- custos de manutenção;
- custos de venda;
- custos de adaptações;
- custos de implantação;
- Custos de operação.

#### 4.4.7 Prazos

Os autores supracitados entendem que

O prazo pode ser uma variável importante no processo de escolha dos clientes da construção das edificações, pois, muitas vezes, os empreendimentos levam um tempo considerável para serem construídos, fazendo com que os clientes desembolsem recursos durante um grande período de tempo, sem, contudo, poderem usufruir do bem (NETO; FORMOSO; FENSTERSEIFER, 2002, p. 47).

#### 4.4.8 Aspectos a serem observados nos prazos

- planejamento em curto prazo (semanal) da obra;
- planejamento em longo prazo (mensal) da obra;
- cumprimento do cronograma físico;
- prazo de entrega ao cliente interno;
- prazo de entrega ao cliente externo.



#### 4.4.9 Controle tecnológico

O controle tecnológico, como diretriz, possibilita todo o acompanhamento do processo de produção, que visa à qualidade, como à do produto final e permite a realimentação do processo de implantação e a evolução de aços para melhorar a produção. Por meio do incremento da racionalização do processo de produção, chega-se ao domínio da tecnologia, o que se chama de controle tecnológico.

#### 4.4.10 Aspectos a serem observados no controle tecnológico

- existência de processo de planejamento e controle de produção;
- existência de levantamento dos custos da produção;
- existência de um sistema de informações e comunicação eficiente;
- capacidade de gerenciamento de diversos empreendimentos da empresa simultaneamente;
- planejamento do canteiro de obras;
- forma de organização da produção;
- planejamento operacional eficaz;
- medição de serviços;
- grau de especificação das tarefas do setor da produção.

### 4.5 Suprimentos

#### 4.5.1 Fornecedores

A relação entre construtoras e fornecedores tem importância significativa nos tempos atuais, pois a indústria assume mais o caráter de montadora e menos o de fabricante de componentes. Dependendo da intensidade de interesses, há a possibilidade de formação de parcerias, prática muito utilizada que auxilia na negociação de preços, prazos e formas de pagamento.

Um enfoque importante a ser observado é a disponibilidade de variedade de fornecedores, já que se abre maior possibilidade de negociação quando há mais

concorrência.

A construtora deve, no primeiro momento, investigar a situação legal dos fornecedores, verificar a existência ou não de problemas de ordem técnica e judicial, em outras palavras, constatar a idoneidade tanto da prestadora de serviço quanto da fornecedora de materiais. E ainda verificar se a prestadora de serviço é capaz de fornecer toda a documentação necessária para a garantia do cumprimento dos serviços, tais como: contratos, notas fiscais, especificações, etc. A garantia de assistência técnica reduz o risco do construtor, ou seja, o de ele arcar com custos de problemas pós-ocupação. A empresa deve observar se o fornecedor possui produtos com certificação, caso contrário, como empresa contratante, ela deverá assumir o risco.

#### 4.5.2 Aspectos a serem observados nos fornecedores

- número de fornecedores no mercado;
- capacidade de produção dos fornecedores;
- situação legal do fabricante;
- atendimento com vendedor (relação);
- preço;
- prazo de entrega;
- forma de pagamento;
- assistência técnica do fabricante;
- cumprimento de condições (em conformidade com a compra – preço, prazo de pagamento e documentação/nota fiscal);
- pontualidade na entrega;
- serviço de entrega (quantidade, material e local de entrega corretos);
- inspeção por parte do fornecedor na hora da entrega do material;
- avaliação pós-uso do material.

#### 4.5.3 Material

As empresas devem analisar, principalmente em cidades de menor porte, se os fornecedores locais têm condições de atender os pedidos referentes à quantidade necessária e ao prazo estabelecido.

Outra importante consideração diz respeito à conformidade dos produtos e de serviços terceirizados, isto é, se há cumprimento às normas técnicas e fornecimento de especificações técnicas claras. Tal critério pode significar um custo maior inicial, mas, no decorrer da vida útil da construção, pode representar um menor custo, em virtude de seu uso.

#### 4.5.4 Aspectos a serem observados nos materiais

- qualidade do material (inspeção);
- diversidade de material;
- disponibilidade de sistemas complementares adequados, quando a tecnologia necessitar;
- existência de integração sistêmica do material com outros elementos e sub-sistemas do edifício;
- existência de normas técnicas para os materiais a serem empregados;
- ensaios e testes em obra;
- produto que atente às normas técnicas;
- informações do produto (especificações);
- disponibilidade de quantidade;
- disponibilidade de produto;
- necessidade de embalagens próprias.

#### 4.5.5 Transporte

Quanto ao transporte de materiais, caso os fornecedores locais não possam atender aos pedidos, é preciso procurar fornecedores de outras regiões, isso demanda tempo e aumento de custo no transporte.

#### 4.5.6 Aspectos a serem observados nos transportes

- custo de transporte;
- tempo de transporte;
- transporte por conta do fornecedor.

#### 4.5.7 Infra-estrutura necessária

Quanto ao aspecto de fornecimento de materiais, é necessário que eles estejam disponíveis no momento certo e em condições utilizáveis. É comum encontrarem-se, nos canteiros de obras, grandes volumes de materiais que levam, muitas vezes, alguns meses para serem consumidos. É possível dizer que se trata de um descontrole no processo de aquisição, ou seja, que há um problema de planejamento e que a compra foi realizada no momento indevido, antecipadamente.

Muitas vezes, o preço do material negociado pode ter sido baixo, mas as despesas não mensuráveis, como repetidos deslocamentos, manutenção de estoques durante meses e perdas dele no armazenamento, destroem os ganhos alcançados no processo de aquisição. Somada a todos esses elementos, a localização territorial do empreendimento poderá ser determinante na intensidade dos esforços para administrar os materiais.

#### 4.5.8 Aspectos a serem observados na infraestrutura necessária

- descarregamento manual;
- equipamento para o descarregamento;
- necessidade de equipamento para a mobilidade do material dentro da obra;
- local adequado para estocagem – no canteiro;
- local adequado para estocagem – no pavimento que será utilizado.

#### 4.5.9 Equipamentos disponíveis

Não é raro acontecer uma dificuldade na instalação de equipamentos para movimentação de materiais, como guias, ou mesmo uma limitação de horários para descarregamento de caminhões.

A movimentação de materiais, nas obras, era feita apenas por elevadores, guias e carrinhos de mão. O uso de palletes e carros-plataforma, hoje, acaba por exigir da equipe de engenharia uma reformulação nas etapas de obra, como ,a

pavimentação que permite a circulação dos equipamentos de transporte.

Em algumas situações o aumento do maquinário utilizado na execução dos serviços, pode aumentar significativamente a produtividade e reduzir a mão-de-obra, assim, abatendo os custos. Se bem planejada a utilização do maquinário, o custo pode ser absorvido facilmente, quando ele for aproveitado em diferentes frentes de trabalho, por exemplo.

#### 4.5.10 Aspectos a serem observados nos equipamentos disponíveis

- necessidade de equipamentos específicos para utilização das tecnologias;
- compra de equipamentos;
- aluguel de equipamentos.

### 4.6 Usuários

#### 4.6.1 Requisitos dos usuários

Os requisitos ou exigências dos usuários devem orientar as condições de uma edificação para cumprir uma finalidade específica.

De acordo com Souza & Mitidieri (1988),

As condições de exposição da edificação ou suas partes são entendidas como o conjunto de ações atuantes sobre um determinado produto durante a vida útil, enquanto os métodos de avaliação permitem verificar se um determinado produto atende aos requisitos e critérios de desempenho para ele fixado (p. 23).

Segundo esses autores, os atributos críticos de desempenho, ou

Requisitos e critérios de desempenho, são entendidos, respectivamente, como condições qualitativas (requisitos) e condições quantitativas (critérios), às quais um determinado produto deve atender quando submetido às condições de exposição, a fim de que sejam satisfeitas as exigências dos usuários.

Observa Dukta (1994) que os atributos universais de desempenho são:

- a) Atributos relacionados ao produto:
  - relação custo-benefício;
  - qualidade do produto;
  - benefícios do produto;
  - características do produto;
  - projeto do produto;
  - confiabilidade do produto;
  - cadeia de produtos ou serviços.
- b) Atributos relacionados ao serviço:
  - garantia;
  - distribuição;
  - atendimento a reclamações;
  - solução de problemas.
- c) Atributos relacionados à compra:
  - cortesia;
  - comunicação;
  - facilidade ou conveniência na aquisição;
  - reputação da empresa;
  - competência da empresa.

Também se deve considerar a lista de exigências dos usuários, definida pela Norma ISO 6241, que está relacionada principalmente com o desempenho do produto, objeto de desenvolvimento no item projeto.

#### 4.6.2 Aspectos a serem observados nos requisitos dos usuários

- quantidade de edifícios já entregues;
- satisfação dos usuários;
- aceitação do produto pelos usuários;
- cortesia;
- comunicação;
- facilidade ou conveniência na aquisição;
- reputação da empresa;

- competência da empresa.

#### 4.6.3 Assistência técnica e manutenção

A assistência técnica inclui várias etapas, entre as quais se pode destacar: a entrega do edifício ao cliente externo, a solicitação do cliente, a análise da solicitação, a programação e a realização do serviço, a apropriação dos custos envolvidos no atendimento, as ações preventivas e o levantamento da satisfação do cliente em relação aos serviços prestados.

O momento da entrega de um imóvel é especialmente importante para o cliente, uma vez que ele investiu volumosos recursos e é grande sua expectativa com relação ao produto. Qualquer falha será extremamente frustrante e poderá prejudicar a imagem da empresa junto ao mercado.

Paralelamente ao recebimento do imóvel pelo cliente externo deve-se proceder à entrega do Manual do Proprietário, que deve conter, de forma sucinta e didática, a descrição geral da edificação, as instruções para situações de emergência e para inspeção da edificação, as responsabilidades e as garantias dadas pela construtora e, principalmente, as instruções para operação, manutenção e uso do edifício e suas instalações. O manual é cada vez mais importante para a garantia do desempenho do edifício, por causa do aumento da complexidade da construção, resultante do desenvolvimento de novos materiais e do acréscimo do dinamismo das necessidades dos usuários. Portanto, o manual do proprietário é um instrumento fundamental para a minimização de ocorrência de falhas em virtude de erros provenientes da ausência ou da má execução da manutenção preventiva. A diminuição de problemas causados pelo uso inadequado da edificação pelos proprietários, proporciona uma redução dos custos de manutenção.

O Código Civil prevê a responsabilidade do construtor pela solidez da obra e por vícios ocultos que se manifestem somente após um período de uso. Assim, a empresa deve manter procedimentos padronizados para a realização dos serviços de assistência técnica e também um setor ao qual o cliente possa dirigir suas reclamações. Entretanto a existência desses procedimentos não deve dificultar as reclamações dos clientes, uma vez que as insatisfações não reportadas à empresa podem gerar comentários negativos.

Entendem Juran e Gryna (1991) que a apuração dos custos associados aos

reparos, pode identificar as principais oportunidades para a redução dos custos, da insatisfação do consumidor e servir de estímulo para o aperfeiçoamento tecnológico da empresa. Contudo, ainda segundo os autores, os custos serão mais facilmente interpretados caso estejam relacionados a números já familiares aos gerentes – à porcentagem de vendas, ao lucro, ao capital social da empresa, ao custo dos produtos vendidos, ao custo total de fabricação, entre outros.

Para a análise dos custos de assistência técnica, Picchi (1993) ensina que se deve considerar que eles dependem de cinco fatores, que podem se manifestar de maneiras diferenciadas, conforme o empreendimento: qualidade da obra, grau de exigência dos clientes e disposição para efetivarem reclamação, política de atendimento da empresa, eficiência nas operações de reparo, eficiência no sistema de apropriação.

De acordo com Souza (1997), a assistência técnica, além de atender aos clientes insatisfeitos, exerce a função de retroalimentar o sistema de qualidade com informações valiosas para o seu aperfeiçoamento contínuo, particularmente nas etapas de projeto, aquisição de materiais e execução de obras.

A contribuição da assistência técnica para a manutenção da qualidade deve-se tanto à identificação e à determinação do custo e da frequência de ocorrência das patologias nas edificações, durante a fase de uso e operação, quanto à identificação da causa fundamental de cada manifestação patológica identificada.

#### 4.6.4 Aspectos a serem observados na assistência técnica e manutenção

- patologias nos edifícios já entregues;
- existência de documentação de procedimentos operacionais;
- diário de obra;
- manual de uso do imóvel;
- disponibilidade de equipe para manutenção.

#### 4.6.5 Marketing

A possibilidade de ampliar-se o mercado de atuação, à medida que se oferecem produtos com qualidade diferenciada (ou custos menores), é também um



aspecto significativo no processo de inovação. Se, para os primeiros inovadores, a busca de uma vantagem competitiva pode ser o fator decisivo; para os mais tradicionais, o receio de ser ultrapassado pela concorrência pode ser o aspecto mais importante. Neto, Formoso e Fensterseifer (2002) declaram que

À qualidade percebida está muito ligada a reputação da empresa. É bastante subjetiva e reflete a imagem que o produto tem no mercado, construída ao longo do tempo em função do histórico da empresa. Pode ser influenciada por campanhas publicitárias, mas depende sobremaneira da qualidade do produto (p. 42).

Em seus estudos, Neto, Formoso e Fensterseifer definem os critérios competitivos da produção e os desejos dos clientes, detalhados a seguir.

- Custo: este critério está diretamente ligado à eficiência da empresa, na construção das edificações. Este é o critério mais perseguido por elas. Porém, muitas vezes, as empresas não sabem claramente como reduzir seus custos.

- Desempenho na entrega: a atuação, no campo da competição, pode ocorrer com a valorização do prazo de entrega, sendo o tempo de entrega o que mais interessa, por conseguinte, a rapidez da produção é priorizada (velocidade de produção); ou desempenho na garantia de entrega, em que a conclusão do empreendimento no prazo fixado é o mais importante, por conseguinte, a garantia de execução dele, dentro do cronograma acordado, é o fator decisivo (confiabilidade de entrega).

- Qualidade: este critério pode ser dividido em três dimensões, a conformidade dos contratos, a conformidade com os projetos e a qualidade no processo executivo.

- Flexibilidade: A flexibilidade mais evidenciada é a do produto. Ela está ligada à facilidade com que a empresa consegue adaptar seus produtos a um grupo restrito de clientes, ou a um cliente individual. Para que isso ocorra, a empresa tem de investir muito em planejamento, em projeto, em padronização de processos produtivos e na definição de possibilidade de mudanças.

- Inovação: as empresas podem ser vistas no mercado como inovadoras, tanto em produtos quanto em processos. Este critério fica evidente por meio de novas concepções arquitetônicas (produto) e novas formas de construir (processo).

- Serviços: a prestação de serviço ligada diretamente com o atendimento ao cliente.

#### 4.6.6 Critérios a serem observados no marketing

- imagem do sistema no mercado;
- imagem da empresa no mercado;
- custo menor em relação à concorrência;
- prazo de entrega confiável;
- conformidade nos contratos;
- conformidade nos projetos;
- qualidade de execução;
- flexibilidade de produto (projetos individualizados);
- existência de inovação no setor de projetos;
- introdução tecnológica;
- bom atendimento ao cliente.

### 4.7 Legislação

#### 4.7.1 Código de defesa do consumidor

Das inúmeras legislações a serem seguidas, merece destaque o Código de Proteção e Defesa do Consumidor (Lei 8078/90), que garante os direitos dos consumidores, portanto, restringe muitas ações por parte dos construtores e dos agentes financiadores. Em uma economia aberta e cada vez mais globalizada, com consumidores capazes de exigir serviços e produtos com preço justo e qualidade adequada, que possibilitem sua satisfação nas relações de consumo e também uma qualidade de vida cada vez melhor, o Código de Defesa do Consumidor define uma nova ordem de proteção aos direitos sociais, ao reforçar a questão da cidadania e reconhecer a vulnerabilidade do consumidor no mercado de consumo.

#### 4.7.2 Critérios a serem observados no CDC

- Atendimento ao Código de Defesa do Consumidor.

#### 4.7.3 Resolução do CONAMA

A legislação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) deve ser observada, pois determina, quando ela julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis conseqüências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando tanto aos órgãos federais, estaduais e municipais, como às entidades privadas, informações, notadamente as indispensáveis à apreciação de Estudos Prévios de Impacto Ambiental e respectivos relatórios, no caso de obras ou atividades de significativa degradação ambiental, em especial nas áreas consideradas patrimônio nacional. Também ela estabelece normas e padrões nacionais de controle da poluição sonora, isto é, controle de ruídos e áreas urbanas de silêncio.

De acordo com a legislação, o CONAMA trata dos problemas referentes a ruídos de níveis excessivos, que são entendidos como poluição ambiental e que precisam de controle normalizado, compatível com um meio ambiente equilibrado e com uma sadia qualidade de vida da população.

Pela Resolução Nº 001, de 8.03.1990, o CONAMA estabelece, no seu item II, serem prejudiciais à saúde e ao sossego público os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10151 (2000). Já, no seu item III, os níveis de ruídos, em determinados ambientes, não poderão ultrapassar àqueles estabelecidos pela NBR 10152 (1987).

Além disso, ela assegura a utilização e o destino garantido de substâncias nocivas à saúde. Do mesmo modo, confere o Licenciamento Ambiental, procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras ou obras que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

A Resolução CONAMA nº 307 disciplina ações necessárias, de forma a minimizar os impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil e estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos. Define se os resíduos da construção civil são oriundos de construções, reformas,

reparos e demolições; e preparação, escavação de terrenos. Também define agregado reciclado que é o material granular obtido pelo beneficiamento dos resíduos.

O gerenciamento de resíduos é o sistema de gestão que visa à implementação de formas para reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, que incluem:

- planejamento;
- responsabilidades;
- práticas;
- procedimentos e recursos para desenvolver e implementar ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

A Resolução CONAMA nº 307 proíbe a disposição de aterros de resíduos domiciliares, bota-fora, encostas, corpos de água, lotes vagos e outras áreas protegidas por lei. Ao mesmo tempo, implementa instrumentos e responsabilidades a diversos setores, tais como:

#### *Planejamento integrado de gerenciamento*

- Responsável por dar diretrizes técnicas e procedimentos: – possibilitar o exercício das responsabilidades de todos os geradores.
- Cadastrar áreas, públicas ou privadas – aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes – para possibilitar a destinação posterior dos resíduos.
- Estabelecer processos de licenciamento ambiental – áreas de beneficiamento e disposição final.
- Proibir disposição em áreas não licenciadas.
- Incentivar a re-inserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo.
- Definir critérios para o cadastramento de transportadores.
- Implementar ações de orientação, fiscalização e controle dos agentes envolvidos.
- Implementar ações educativas – redução da geração e possibilitar a segregação.

#### *Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil*

Este programa tem como objetivo estabelecer diretrizes técnicas de procedimentos e exercícios das responsabilidades dos pequenos geradores. Define a responsabilidade para o Distrito Federal e municípios de elaboração, implementação e coordenação.

### *Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil*

Estes projetos objetivam estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e a destinação ambientalmente adequada dos resíduos. Define etapas:

- caracterização: qualitativa e quantitativa;
- triagem: preferencialmente na origem ou nas áreas de destinação licenciadas;
- acondicionamento: confinamento desde geração até transporte;
- transporte: normas técnicas;
- destinação: de acordo com a resolução;
- licenciamento ambiental.

Os empreendimentos e/ou atividades que não estão sujeitos ao licenciamento ambiental, serão analisados pelo órgão municipal competente, já os sujeitos ao licenciamento ambiental serão analisados pelo órgão ambiental competente.

#### 4.7.4 Aspectos a serem observados na Resolução do CONAMA

- Atendimento às Resoluções do CONAMA.

#### 4.7.5 Legislação municipal

O Código de Obras disciplina as regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, construção, uso e manutenção de edificações, sem prejuízo do disposto nas legislações estadual e federal pertinentes. Ele também é aplicado às edificações existentes, quando o proprietário pretende reformá-la, mudar o uso, ou aumentá-las.

O objetivo básico do código de obras é garantir níveis mínimos de qualidade nas edificações, esta traduzida nas exigências de habitabilidade, que compreende adequação ao uso, higiene, conforto higrométrico, térmico, acústico e lumínico; durabilidade; e segurança.

Para tanto, os códigos de obras não estimulam, por causa de suas especificações rígidas e ligadas com o processo construtivo tradicional, a entrada de novas tecnologias.

#### 4.7.6 Aspectos a serem observados na Legislação municipal

- atendimento ao Código de Obras Municipal;
- atendimento ao Plano Diretor.

#### 4.7.7 Lei das licitações

Referente à contratação de serviços e fornecimento de materiais, em especial por parte do setor público, destaca-se a Lei das Licitações e Contratos (Lei 8666/93), que estabelece que os projetos básicos necessários devem atender aos critérios de segurança; funcionalidade e adequação ao interesse público; economia na sua execução, conservação e operação; possibilidade de emprego de materiais, mão-de-obra, tecnologia e matérias-primas da região; facilidade na execução, conservação e operação sem prejuízo da durabilidade da obra ou serviço; adoção de normas técnicas; e impacto ambiental. Contudo, as licitações são julgadas, na maioria das vezes, pelo menor preço apresentado abaixo do valor estipulado pelo órgão como o aceitável. Nota-se, portanto, que o critério decisivo é o custo, mesmo que seu desempenho não seja comprovado. Vale destacar o papel importante da seleção tecnológica para a elaboração do projeto que deve abranger todos os aspectos que garantam o máximo de desempenho.

#### 4.7.8 Aspectos a serem observados na Lei das licitações

- atendimento à Lei de Licitações e Contratos.

#### 4.7.9 Perdas na construção civil

A perda na construção civil pode ser considerada como um dano ou prejuízo. De acordo com Rosa et al. (1998), as perdas na construção civil, podem ser classificadas como:

- Perdas por superprodução: relacionadas com a produção de componentes ou processamento de materiais, superiores às necessárias ou produzidas antecipadamente, gerando perda de material, mão-de-obra e equipamentos;

- Perdas por transporte: relacionam-se às atividades de movimentação interna de material e equipamento, em virtude do manuseio excessivo, equipamentos inadequados e condições inadequadas de acesso;
- Perdas no processamento em si: são aquelas decorrentes do processo utilizado e das atividades desnecessárias, para que o produto adquira suas características básicas de qualidade;
- Perdas por fabricação de produtos defeituosos: ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem às especificações de projeto, gerando re-trabalho, desperdício de material, de mão-de-obra e de equipamentos;
- Perdas no movimento: causadas por movimentos desnecessários ou ineficientes dos trabalhadores, durante a execução de suas atividades;
- Perdas por espera: associam-se aos períodos de tempo em que os trabalhadores e os equipamentos não estão sendo utilizados produtivamente, ou estão ociosos;
- Perda por estoques: resultam da existência de estoques elevados de materiais devido à compra antecipada ou exagerada;
- Perda por substituição: utilização de materiais, mão-de-obra, equipamentos com nível superior ao de desempenho estipulado;
- Perdas por falta de segurança: perdas por acidentes de trabalho.

#### 4.7.10 Aspectos a serem observados nas perdas na construção civil

- existência de um controle de medição para perdas de materiais;
- existência de um controle de medição para perdas relacionadas à mão-de-obra;
- existência de um controle de medição para perdas de equipamentos.

#### 4.7.11 Resíduos da construção civil

De acordo com Pinto (1999), os resíduos de construção e demolição geram agravantes em virtude do profundo desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos que eles causam, dos custos sociais envolvidos e, inclusive, pelas possibilidades de reaproveitamento. No entanto os gestores dos resíduos percebem a gravidade da situação unicamente nos momentos em que, acuados, vêem a

ineficácia de suas ações corretivas. O autor afirma ainda que a questão das perdas, em processos construtivos, vem sendo tratada de forma suficiente no Brasil, em processos de pesquisa cada vez mais abrangentes, sendo aceitável a afirmação de que, para a construção empresarial, a intensidade da perda se situa entre 20 e 30% da massa total de materiais, dependendo do patamar tecnológico do executor.

Portanto, é de fundamental importância o conhecimento dos volumes de resíduos resultantes das tecnologias a serem empregadas e da real possibilidade de reaproveitamento e reciclagem para uso em serviços diversos.

#### 4.7.12 Aspectos a serem observados nos resíduos da construção civil

- volume de resíduos resultantes da tecnologia empregada;
- destino do resíduo.



## **CAPÍTULO 5: O CASO DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

### **5.1 Sistema construtivo em alvenaria estrutural – conceitos básicos**

O processo construtivo em alvenaria estrutural avançou, primeiramente, pelo empilhamento de tijolos e paredes, de forma que fosse desempenhada a aplicação de seus projetos. A maioria dos vãos possuía a característica de seus tijolos serem relativamente pequenos e as edificações tinham uma durabilidade muito curta. Com o desenvolvimento do sistema construtivo, agregou-se o arco na estrutura, obtido por meio de arranjos das unidades, garantindo, assim, uma maior vida útil para as construções.

Conforme Ramalho e Corrêa (2003), a utilização da alvenaria estrutural parte de uma concepção que é a de transformar a alvenaria, originalmente com função exclusiva de vedação, na própria estrutura, evitando a necessidade de pilares e vigas que dão suporte a uma estrutura convencional.

O principal conceito estrutural da alvenaria estrutural está ligado à transmissão de ações de tensões de compressão. Esse é o conceito crucial a ser levado em conta quando se discute a alvenaria como processo construtivo para elaboração de estruturas. Especialmente no presente é evidente que se pode admitir a existência de tensões de tração em determinadas peças. Entretanto, essas tensões devem preferencialmente se restringir a pontos específicos da estrutura, além de não apresentarem valores muito elevados (RAMALHO, CORRÊA, 2003, p. 1).

Em termos gerais, as alvenarias, segundo Thomaz e Helene (2000, p. 1), “apresentam bom comportamento às solicitações de compressão, o mesmo não ocorrendo em relação às solicitações de tração, flexão e cisalhamento”.

Na mesma direção, Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 17) alertam: “aumentando a compressão do bloco, diminui-se a possibilidade de aparecimento de esforços de tração na alvenaria. Deve-se, portanto, explorar a resistência à compressão do bloco estrutural para compensar a fraca resistência à tração”.

De acordo com Franco (1993), os esforços de compressão são causados pelo peso próprio dos elementos (paredes) e das cargas suportadas pelas lajes. Outro

esforço encontrado – produzido pelas forças horizontais perpendiculares as paredes de vedação, causado pelo vento nos painéis –, é o de flexão. Este é transmitido pela laje às paredes internas transversais, através de esforços de cisalhamento que, por sua vez vão transmitir tais esforços, sucessivamente, até as fundações do edifício.

Os fatores que influenciam a resistência à compressão da alvenaria são, segundo Franco (1993, p. 4):

- resistência dos blocos;
- resistência da argamassa;
- espessura da junta de argamassa;
- absorção inicial de água;
- condições de cura;
- qualidade da mão-de-obra.

Acaba-se por concluir que a resistência à compressão aumenta modestamente com o aumento da resistência da argamassa, mas cresce consideravelmente com a resistência dos blocos. Já o aumento da espessura da argamassa de assentamento leva para resistências decrescentes da alvenaria. Cabe dizer que, quanto maior a capacidade de o bloco retirar água da argamassa, durante o assentamento, menor a resistência da alvenaria.

#### 5.1.1 Tipos de alvenaria

- Alvenaria não-armada: Nesta, são utilizados blocos sílico-calcários, cerâmicos ou de concreto, maciços ou perfurados. Os reforços de aço ocorrem apenas por necessidades construtivas. Neste tipo de alvenaria, “as tensões de tração devem ser minoradas, ou totalmente evitadas no projeto, através de procedimento adequado” (OLIVEIRA, 1992, p. 1).

- Alvenaria armada: Nesta são utilizados blocos vazados de concreto ou blocos cerâmicos. É reforçada por exigências estruturais, quando são utilizadas armaduras como fios, barras e telas de aço, entre outras.

- Alvenaria protendida: é reforçada por armadura pré-tensionada, que submete a alvenaria a esforços de compressão.

- Alvenaria resistente: são alvenarias construídas para resistirem a cargas além de seu peso.

- Alvenaria estrutural: conforme a definição de Roman, Mutti, e Araújo (1999,

p. 15), ela “diferencia-se da alvenaria resistente por ser dimensionada segundo métodos de cálculos racionais e de confiabilidade determinável”.

### 5.1.2 Tipos de Paredes em Alvenaria Estrutural

De acordo com Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 16), as paredes como elementos de alvenaria podem ser subdivididas em:

- Paredes de vedação: são aquelas que resistem apenas ao peso próprio e têm função de separação de ambientes internos e externos;
- Paredes estruturais: elas têm a função de resistir a todas as cargas verticais do próprio peso, ou seja, as de ocupação e as acidentais aplicadas sobre elas;
- Paredes de contraventamento: são paredes estruturais projetadas para suportarem também as cargas horizontais paralelas aos seus planos;
- Paredes enrijecedoras: têm a função de enrijecer as paredes estruturais contra flambagem.

### 5.1.3 Elementos que compõe a alvenaria estrutural

#### 5.1.3.1 Unidade

As unidades são as principais responsáveis pela definição das características resistentes da estrutura. Podem ser: unidades de concreto, unidades de cerâmica e unidades sílico-calcáreas.

Quanto à forma, as unidades podem ser maciças (tijolos) ou vazadas (blocos). São consideradas maciças quando o índice de vazios não exceder a 25%, quando ultrapassarem este limite serão denominadas vazadas.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), a tensão que se refere à área bruta total da unidade, desconsiderando os vazios, é chamada tensão em relação à área bruta, já a tensão calculada, descontando-se a área de vazios, é chamada de tensão em relação à área líquida. Usualmente, os blocos apresentam uma área de vazios aproximadamente de 50%. Dessa forma, a conversão da tensão de área bruta para tensão de área líquida se faz multiplicando-se o primeiro valor por dois.

Quanto à aplicação, as unidades podem ser de vedação, quando têm somente função de fechamento e estruturais, quando conferem resistência e dão

suporte à estrutura. A NBR 6136 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural especifica que a resistência mínima do bloco, para compressão, deve obedecer aos seguintes limites (Quadro 1):

$f_{b_k} \geq 6Mpa$	Blocos em paredes externas sem revestimento
$f_{b_k} \geq 4,5MPa$	Blocos em paredes internas ou externas com revestimento

Quadro 01 – Resistência dos blocos.

Em face disso, a resistência mínima para o bloco deverá ser de 4,5MPa (Figuras 3 e 4).

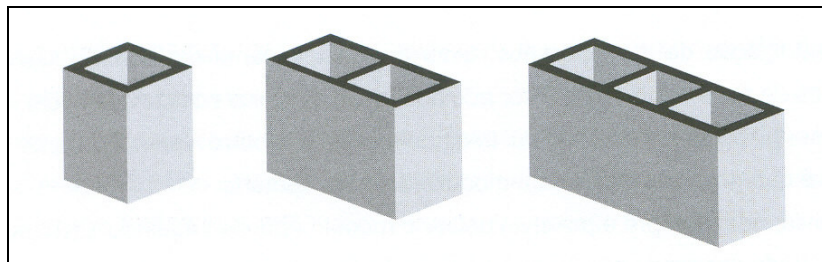


Figura 3 – Família de blocos estruturais de comprimentos 15, 30 e 45cm, largura 15cm e altura 20cm (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

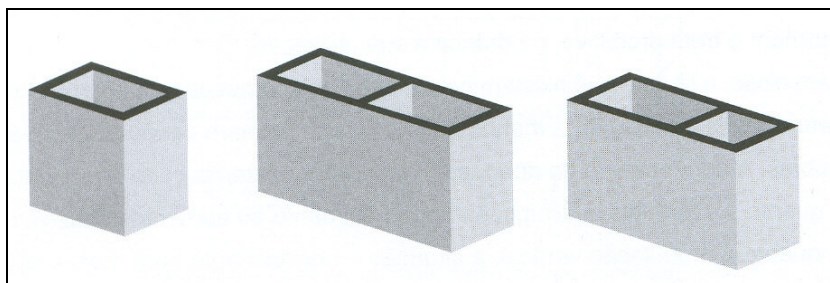


Figura 4 – Família de blocos estruturais de comprimentos 20, 40 e 35cm, largura 15cm e altura 20cm (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

### 5.1.3.2 Argamassa

A argamassa de assentamento possui as funções básicas de solidarizar as unidades, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver as pequenas deformações e prevenir a entrada de água e vento nas edificações (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p. 7).

Ainda, segundo Oliveira (1992), a argamassa possui as características de,

havendo armaduras nas juntas, promover sua aderência; no caso dos blocos aparentes, melhorar a estética e compensar as variações geométricas dos blocos, ajudando a modular os vãos. Ela serve de elemento de ligação das unidades de alvenaria que a transformam em uma estrutura única, normalmente constituída de cimento, areia e cal.

As propriedades necessárias para a argamassa, em estado fresco, são:

- **Trabalhabilidade:** argamassa de boa trabalhabilidade deve se espalhar facilmente sobre o bloco e aderir nas superfícies verticais dele. A consistência deve ser de tal densidade que o bloco possa ser prontamente alinhado, mas o peso dele e o peso das fiadas, subseqüentes, não devem provocar posterior escorrimento da argamassa. A trabalhabilidade depende da combinação de vários fatores, entre os quais: a qualidade do agregado, a quantidade de água usada, a consistência, a capacidade de retenção de água da argamassa, o tempo decorrido da preparação, a adesão, a fluidez e a massa.

- **Retentividade de água:** a retentividade é a capacidade da argamassa de reter água de assentamento. Entende Oliveira (1992, p. 29) que “a não retenção adequada de água pela argamassa, prejudicará a durabilidade e estanqueidade da parede”;

- **Tempo de endurecimento:** o endurecimento é função da hidratação, ou seja, da reação química entre o cimento e a água. Alertam Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 26): “se o endurecimento for muito rápido, causará problemas no assentamento dos blocos e no acabamento das juntas, se for muito lento, causará atraso na construção pela espera que se fará necessária para a continuação do trabalho”.

Já as propriedades da argamassa, em estado endurecido, são:

- **Aderência:** de acordo com Sabbatini (apud OLIVEIRA, 1992, p. 29), “a resistência de aderência é a capacidade que a interface bloco-argamassa possui de absorver tensões tangenciais (cisalhamento) e normais (tração) a ela, sem romper-se”.

- **Resistência à compressão:** Roman, Mutti e Araújo (1999) entendem que a argamassa deve ser resistente o suficiente para suportar os esforços a que a parede será submetida. No entanto não deve exceder a resistência dos blocos da parede, de maneira que as fissuras venham a ocorrer por expansões térmicas.

### 5.1.3.3 Armadura

As barras de aço utilizadas nos projetos de alvenaria, são as mesmas

utilizadas nas estruturas de concreto armado. Elas são sempre envolvidas por graute e, segundo Manzione (2004, p. 21), “têm como função combater os esforços de tração e esta tensão provocada pelos esforços de tração deve ser compatível com a alvenaria”. Ainda, nessa direção, Oliveira (1992) afirma que a função da armadura é de travamento (mecanismo adicional de resistência), de combate à retração, de ajuda à alvenaria na compressão e de resistência os esforços de tração. Elas também são usadas nas juntas das argamassas de assentamento e seu diâmetro mínimo deve ser 3,8mm, não ultrapassando a metade da espessura da junta.

#### 5.1.3.4 Graute

Observam Roman et al. (1999, p. 30) que “o graute é usado para preencher os vazios dos blocos quando se deseja aumentar a resistência à compressão da alvenaria sem aumentar a resistência do bloco”. O graute é composto pelos seguintes componentes: cimento, cal hidratada, agregado miúdo e grão de água. O preparo dele deve ser sempre em betoneira.

Nessa mesma direção, Coêlho (1998) afirma que os preenchimentos verticais dos vazios dos blocos, com graute, são feitos nos espaços próprios dos blocos e podem ser providos de ferros em seu interior. Já o preenchimento horizontal dos vazios das canaletas, com graute, é muito utilizado em vãos de janelas e portas.

O graute possui as seguintes funções, segundo Sabbatini (2002, p. 17), “permitir que a armadura trabalhe conjuntamente com a alvenaria, quando solicitada; aumentar localizadamente a resistência à compressão da parede e impedir a corrosão da armadura”.

## **5.2 Listagem de condicionantes para o sistema estrutural de alvenaria estrutural**

### 5.2.1 Projeto

O desenvolvimento de projetos em alvenaria estrutural exige do projetista procedimentos diferentes dos tomados quando se calcula outros tipos de estruturas. Por serem sistemas diferentes, com filosofias distintas, o projetista e o construtor não devem conceber soluções com base em conhecimentos e procedimentos

aplicáveis a concreto armado, eles devem pensar em alvenaria estrutural.

O projeto arquitetônico é limitado pelos condicionantes dos demais projetos. Porém ele é o projeto que estabelece o partido geral do edifício e condiciona o desenvolvimento dos demais. Por esse motivo, caso o partido arquitetônico não seja adequado, ou exista falha de comunicação entre projetistas, os problemas acabarão por serem compensados nos projetos complementares e na fase de execução, com resultados previsíveis e, exaustivamente, demonstrados ao final da obra.

Declara Franco (1993) que o partido arquitetônico deve procurar um equilíbrio, na distribuição das paredes resistentes, por toda a área da planta. Caso contrário, os carregamentos podem concentrar-se em uma determinada região do edifício. As paredes dessa região atingirão seu limite resistente bem antes do restante das paredes. Isso pode implicar na necessidade de blocos de maior resistência, ou na utilização de outros recursos, como o grauteamento das paredes moldadas com blocos vazados, que resulta em implicações negativas no custo e na construtibilidade.

De acordo com Roman, Mutti e Araújo (1999), algumas restrições estruturais são impostas ao projeto arquitetônico e devem ser levadas em conta na criação dele. Entre elas destacam-se:

- o número de pavimentos possíveis em função dos materiais disponíveis no mercado;
- o arranjo espacial das paredes e a necessidade de amarração entre os elementos;
- as limitações quanto à existência de transição para estruturas em pilotis, no térreo ou subsolo;
- a impossibilidade de remoção de paredes;
- a limitação no número e na dimensão das aberturas e das sacadas.

#### 5.2.1.1 Importância da compatibilização dos projetos

Nos projetos de alvenaria estrutural, muito mais que nas obras convencionais, é fundamental e definitivo que haja uma completa interação entre os envolvidos na concepção do empreendimento, pois o resultado final é baseado na interdependência dos diversos projetos e na harmonia do conjunto (ALMEIDA, 1990, p. 85)

Os principais objetivos da coordenação, para Roman, Mutti e Araújo (1999), são:

- promover a integração entre os participantes do projeto, garantindo, assim, a comunicação e a troca de informações entre os integrantes e as diversas etapas do empreendimento;
- controlar as etapas de desenvolvimento do projeto, de forma que ele seja executado conforme as especificações e os requisitos previamente definidos (custos, prazos, especificações técnicas);
- 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, com especial atenção para a tecnologia do processo construtivo utilizado.

A implantação de um sistema de coordenação de projetos aumenta a confiabilidade do processo e diminui as incertezas em todas as atividades, principalmente na execução.

#### 5.2.1.2 Condicionantes

Os principais condicionantes do projeto para alvenaria estrutural são: arranjo arquitetônico, coordenação dimensional, otimização do funcionamento estrutural da alvenaria, racionalização do projeto e da produção.

Devem ser levados em conta os aspectos já relacionados nos capítulos anteriores deste trabalho, que serão tratados de forma particular para esse sistema estrutural, no decorrer deste capítulo.

Existem também algumas limitações quanto ao sistema estrutural, tais como o problema da impossibilidade de remoção de paredes, que limita a flexibilidade funcional dos ambientes, mas ele pode ser satisfatoriamente resolvido, se algumas poucas e determinadas paredes forem previamente classificadas como possíveis de serem eliminadas, desse modo tornando-as paredes de vedação sem função estrutural.

##### 5.2.1.2.1 Arquitetônicos

Em primeiro lugar, deve-se observar todos os condicionantes relativos ao



sistema estrutural e suas implicações, em especial os relacionados aos projetos arquitetônicos e complementares. A partir disso, precisa-se objetivar, no projeto arquitetônico a máxima simetria e o elemento chave de todo o processo: a modulação. A compatibilização do projeto arquitetônico com o estrutural e com os de instalações é fundamental para o sucesso do emprego dessa tecnologia. Também é nessa fase que se prevê quais as paredes que funcionarão como estruturais e quais as de vedação, de forma a utilizá-las como passagem de dutos e tubulações.

Como em qualquer sistema construtivo, no projeto arquitetônico, apresenta-se o detalhe construtivo de forma clara e objetiva, com diferentes escalas para as plantas e detalhes.

#### A. Modulação

De acordo com Duarte (1999, p. 29), “os edifícios de alvenaria estrutural não possuem a flexibilidade do concreto armado e a modulação, principalmente quando se emprega blocos de concreto ou blocos cerâmicos, é uma prerrogativa do projeto”.

Conforme Zechmeister e Duarte (2004, p. 3), entende-se por coordenação modular “o sistema de referência que, a partir de medidas como base num módulo predeterminado compatibiliza e organiza tanto a aplicação racional de técnicas construtivas como o uso de componentes em projeto e obra, sem sofrer modificações”.

A coordenação modular é um sistema de referência baseado no componente bloco, que compõe todas as paredes estruturais. A partir das dimensões modulares deste componente, pode-se criar todo o sistema de coordenação dimensional do projeto arquitetônico (MACHADO, 1999, p. 104).

Via esse critério, se estabelece o arranjo da planta baixa, a definição das dimensões dos cômodos, portas e janelas, pé-direito e posicionamento das instalações, resultando na parte mais importante de toda a concepção arquitetônica. Nesse sentido, Roman et al. (1999, p. 43) afirmam que “o arquiteto, desde a elaboração dos primeiros traços, deverá trabalhar sobre uma malha modular, cujas medidas são baseadas no tipo de componente utilizado na alvenaria”.

Entendem Roman et al. (1999, p. 43) que “a coordenação modular pode representar acréscimos de produtividade de cerca de 10%”. Eles ainda afirmam que isso é consequência da eliminação de cortes e de outros trabalhos de ajuste no canteiro que representam perda de tempo, material e mão-de-obra.

A coordenação modular torna possível um dos objetivos da alvenaria estrutural que é o projeto simplificado porque permite utilizar o menor número de componentes possível; utilizar materiais e componentes simples, fáceis de ser conectados, empregando o mínimo de serviço especializado possível; concentrar atenção nas juntas entre os componentes e entre os elementos construtivos; priorizar o prumo, nível e o esquadro; usar grandes componentes, para que cubram grandes áreas, volumes, metragens lineares, não esquecendo, entretanto de limitar seu tamanho para não dificultar o manuseio (ZECHMEISTER; DUARTE, 2004, p. 3).

#### B. Flexibilidade de múltiplos arranjos

A opção pela utilização de prédios em alvenaria portante ou estrutural implica em certas restrições quanto a versatilidade dos ambientes. Aspectos como volumetria, simetria e dimensão máxima dos vãos devem ser observados levando-se em conta o conhecimento das características dos materiais disponíveis localmente para tornar o investimento viável (DUARTE, 1999, p. 29).

Contrariamente a outros sistemas estruturais, na alvenaria estrutural, as paredes servem de vedação e substituem os pilares e as vigas; constituindo assim a estrutura vertical do edifício. Em face disso, a eliminação ou a modificação delas pode trazer sérios problemas de estabilidade estrutural.

#### C. Simetria

O arquiteto deve procurar um equilíbrio, ou seja, o máximo de simetria possível, na distribuição das paredes estruturais ao longo da área da planta de um edifício, e em ambas as direções, para garantir a estabilidade da estrutura em relação às cargas horizontais; caso contrário, os carregamentos podem se concentrar em uma determinada região do edifício, o que leva à necessidade de utilização de materiais com resistências diferentes para as paredes do mesmo pavimento, ou de grauteamento de determinadas paredes, o que não é recomendável em relação ao custo e à construtibilidade (Figuras 5 e 6).

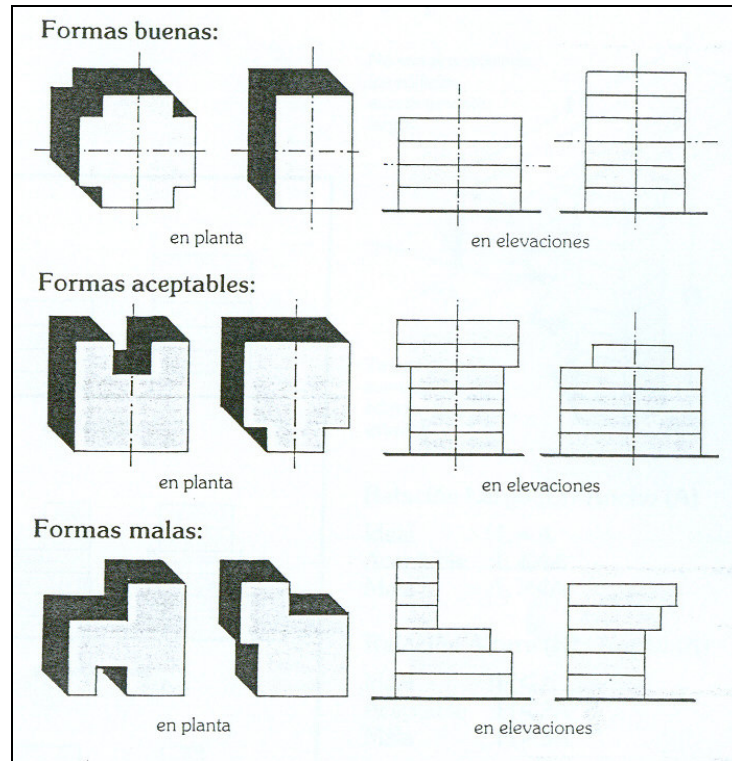


Figura 5 – Formas e simetria (VARGAS, 1987).

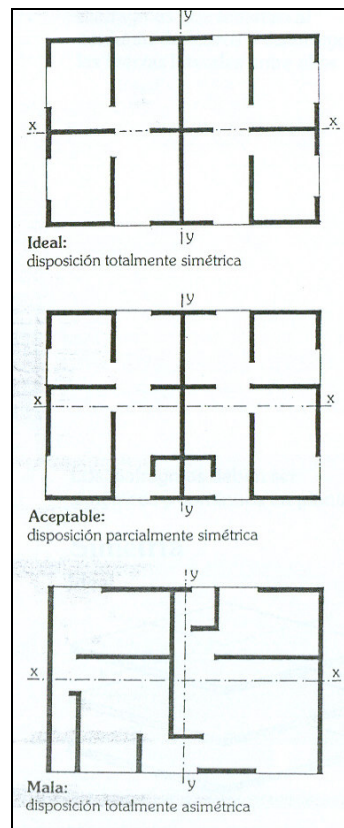


Figura 6 – Disposição quanto à simetria das plantas (VARGAS, 1987).

#### D. Paginação

Entende-se por paginação o detalhamento das paredes em planta e elevação, bloco a bloco, uma a uma, na qual são representadas todas as aberturas (portas, janelas, vãos) e instalações. Nas plantas baixas, devem ser detalhadas as plantas de primeira fiada e segunda fiada dos blocos e das respectivas amarrações. Nas elevações, deverão ser definidas as aberturas, vergas, contravergas, eletrodutos, caixas de passagem, interruptores, CD, e tubulações hidráulicas. Essas paginações devem ser lançadas pelo arquiteto para a elaboração dos projetos hidráulico, elétrico e estrutural.

#### E. Simplificação do projeto

Afirmam Roman et al. (1999, p. 42) que “a simplificação do projeto é uma das principais formas de melhorar a construtibilidade”. Oliveira (1994) reforça essa afirmação, quando assegura que a simplificação do projeto é atingida pela utilização de um número mínimo de componentes, elementos ou peças; concentração do trabalho em um só tipo de material ou profissão; utilização de materiais facilmente disponíveis no mercado, com tamanhos e especificações usuais; incorporação de vários componentes ou funções em um só elemento construtivo; uso de componentes que cubram grandes áreas, volumes e metragens lineares; respeito a prumo, nível e esquadro, (evitar ângulos e superfícies curvas); uso de materiais fáceis de serem instalados, não-dependentes de mão-de-obra especializada e com poucos cuidados em relação à armazenagem e transporte; atenção e detalhamento de juntas e interfaces entre componentes.

A construtibilidade é a habilidade das condições de projeto para permitir a utilização ótima dos recursos da construção. Ou seja, é a integração do conhecimento com a experiência construtiva durante as fases de concepção, planejamento, projeto e execução da obra com o objetivo de simplificar as operações construtivas (SANTOS; AMARAL, 2001, p. 2).

#### F. Passagem de dutos de inspeção

Na execução das instalações de um edifício, em alvenaria estrutural, evitam-se rasgos nas paredes estruturais para o embutimento das instalações. Conforme

afirmam Roman et al. (1999, p. 47), “rasgos de paredes significam insegurança sob o ponto de vista estrutural pela redução da secção resistente”.

É possível utilizar diversas alternativas para evitarem-se os rasgos na alvenaria, tais como: uso de paredes não-estruturais para o embutimento das tubulações; aberturas tipo "shafts" para a passagem vertical de várias tubulações; passagem por blocos especiais (blocos hidráulicos, no sentido vertical estrutural), o emprego de tubulações aparentes; rebaixos na laje (redução de espessura), ou emprego de rebaixo de forro, de rodapé e rodaforno (Figuras 7, 8, 9 e 10).

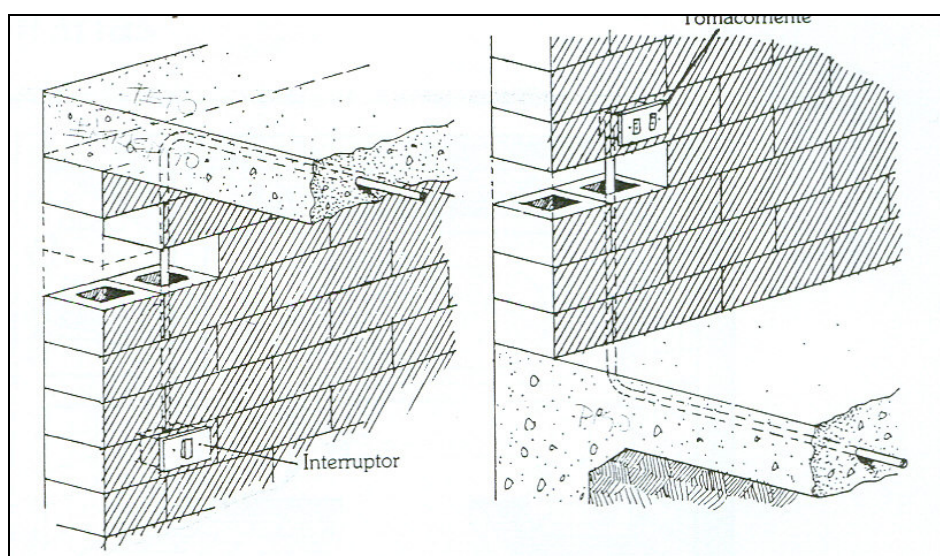


Figura 7 – Disposição das instalações elétricas – eletrodutos que passam pela laje de forro ou de piso (VARGAS, 1987).

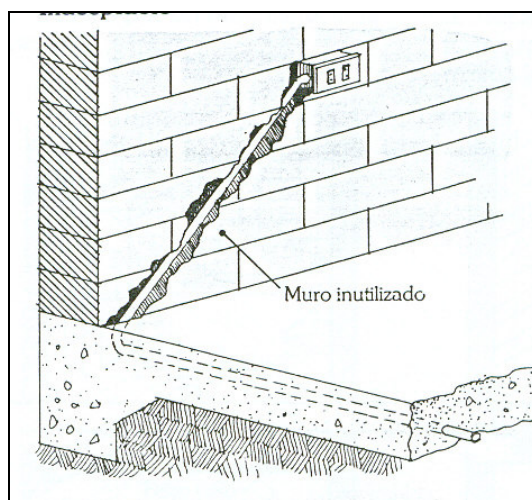


Figura 8 – Disposição das instalações elétricas – inaceitável, inutilização da parede (VARGAS, 1987).



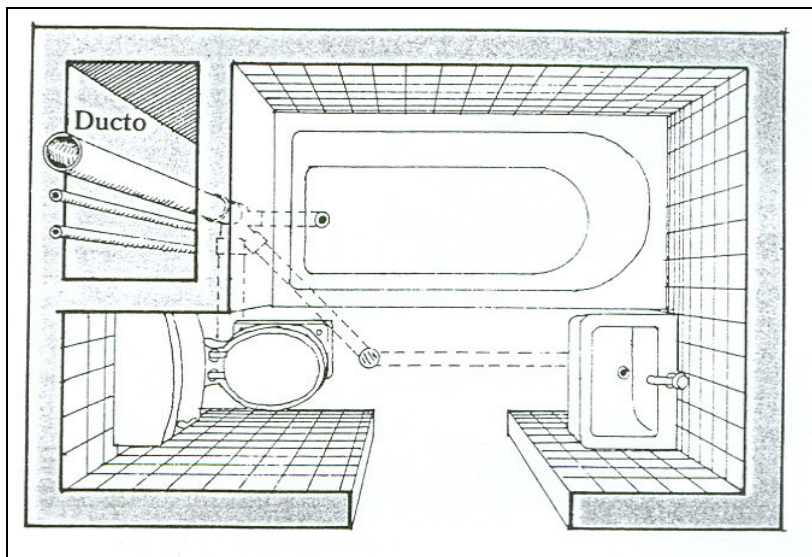


Figura 9 – Disposição das instalações hidrossanitárias (VARGAS, 1987).

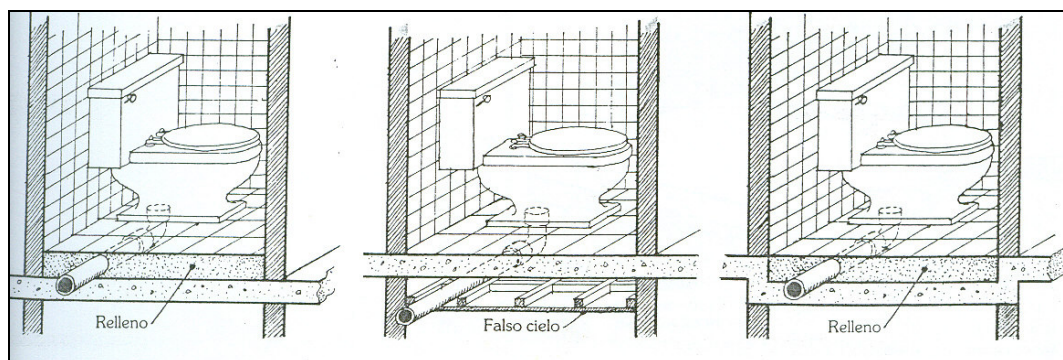


Figura 10 – Disposição das instalações hidrossanitárias (VARGAS, 1987).

#### 5.2.1.2.2 Estruturais

##### A. Distribuição dos elementos para estabilização da estrutura

A escolha do tipo de bloco depende de: altura da edificação, existência de fornecedores locais, custo, tradição da construtora, entre outros. As principais opções são:

- Bloco cerâmico: este tipo é de utilização limitada pela resistência da parede, consegue-se, no máximo, a construção de dez pavimentos. Seu uso é mais comum em edifícios de até cinco pavimentos. Há a vantagem de ser mais leve, o que diminui a carga na fundação e aumenta a produtividade;
- Bloco de concreto: este é fornecido nas mais variadas resistências e possibilita a construção de edifícios mais altos. Existem com bloco de concreto de

até vinte e quatro pavimentos no Brasil. Há a vantagem de ser possível a compra desses blocos com certificação;

- Bloco sílico-calcário: a grande vantagem desse tipo é a uniformidade que possibilita uma grande precisão dimensional das paredes. A desvantagem é haver poucos fornecedores.

O sistema de alvenaria estrutural apresenta muitas limitações, entre elas, a construção de sacadas e de marquises em balanço, fora da projeção do prédio, que devem ser eliminadas ou limitadas. De acordo com Duarte (1999, p. 35), “estes elementos podem introduzir cargas concentradas em áreas relativamente pequenas, elevando grandemente as tensões de compressão e introduzindo a formação de fissuras”.

## B. Relação forma x altura

Freqüentemente, a forma do edifício é determinada por sua função. A forma do prédio pode determinar a quantidade e a distribuição de suas paredes, em especial as paredes portantes. Observa Duarte (1999, p. 31) que “a distribuição destas e a quantidade de pavimentos exercem influência direta na robustez do prédio, bem como na sua capacidade de resistir a esforços horizontais”.

Assegura Vargas (1987) que a forma ideal para edifícios de alvenaria é a quadrada, por sua completa simetria; continuidade de forma, para evitar trocas bruscas de direção, de concentrações e de esforços; e robustez que guarda proporções de altura, largura e comprimento; tanto em planta como em elevações (Figura 11 e Quadros 2 e 3).

## C. Vãos x proporções

Um condicionante a ser observado é a definição das dimensões (largura × altura × peitoril) das aberturas, presentes na alvenaria estrutural, pois é necessário que os tipos e dimensões de portas e janelas sejam definidos no início do projeto. Também se deve prever quaisquer outras aberturas como, por exemplo: abertura para instalação do quadro de luz e força. Pode-se verificar a possibilidade de utilização de elementos pré-moldados, para a modulação dos vãos de aberturas (Figura 12).

Quanto às proporções, altura total e comprimento, as paredes devem guardar relações razoáveis, de acordo com a figura abaixo.

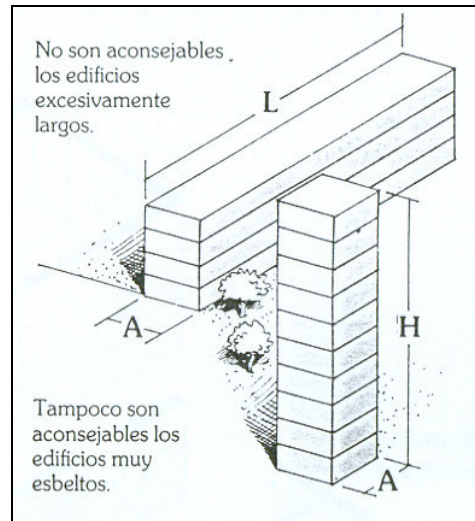


Figura 11 – Formas dos edifícios com relação à robustez (VARGAS, 1987).

Ideal	$L=C$
Aceitável	$L \leq 4C$
Inaceitável	$L > 4C$

Quadro 2 – Relação de largura (L) x comprimento (C) (VARGAS, 1987).

Ideal	$H \leq C$
Aceitável	$H \leq 3A$
Inaceitável	$H > 3A$

Quadro 3 – Relação de altura (H) x comprimento (C) (VARGAS, 1987).

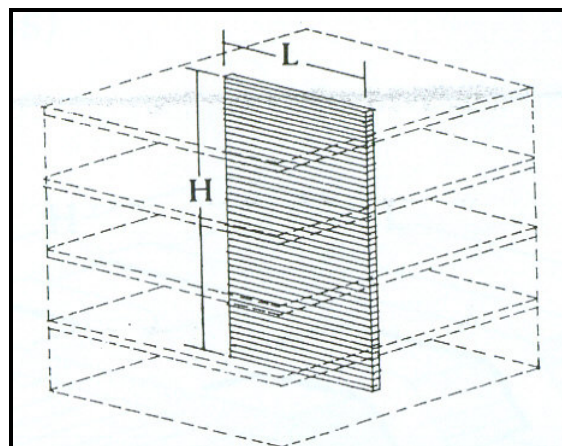


Figura 12 – Formas dos edifícios com relação à proporção (VARGAS, 1987).

Quanto aos vãos, devem ser privilegiados vãos coincidentes e de piso a piso, para minimizar as trocas bruscas de resistência e rigidez (Figura 13).