

**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

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**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^ª. 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 31st, 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

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

CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – INTRODUÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS

2.1 Introdução	26
2.2 Conceitos fundamentais: tecnologia	27
2.3 Seleção tecnológica	29
2.4 Panorama da seleção tecnológica	30
2.4.1 Evolução tecnológica	30
2.4.2 Pesquisa e desenvolvimento tecnológico	32
2.5 Estratégias competitivas	33
2.6 Gestão da qualidade	36
2.7 Setores que influenciam na escolha de novas tecnologias	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)

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

CAPÍTULO 4: LISTAGEM DE PROCEDIMENTOS PARA SELEÇÃO TECNOLÓGICA

4.1 Os aspectos observados para implantação de novas tecnologias	57
4.1.1 Questionário aplicado	59
4.1.2 Resultado do questionário	59
4.2 Projeto	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
4.3 Recursos humanos	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
4.4 Empreendedores	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
4.5 Suprimentos	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
4.6 Usuários	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
4.7 Legislação	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

5.1 Sistema construtivo em alvenaria estrutural – conceitos básicos	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
5.2 Listagem de condicionantes para o sistema estrutural de alvenaria estrutural	102
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

6.1 Conclusões	132
6.2 Sugestões para trabalhos futuros	134

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
-----------------------------------------	------------

APÊNDICES	144
------------------------	------------

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

A economia do País tem-se mo Td (e)Tj 6.25197 0 Td (r)Cj 5.77105 0 Td 7r.72714 0 Td (s)Tj

A os

í o

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.

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 conjunto de técnicas empregadas

agrupadas por raça; grupo

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 tecnológi

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. e

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-empresas especializadas em certos serviços e em fornecimento de mão-de-obra e outras especializadas apenas no fornecimento de mão-de-obra.

Como os sub-empresários 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 ^{pa}

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 a

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: $v(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq v(x'_1, x'_2, \dots, x'_n) \Leftrightarrow (x_1, x_2, \dots, x_n) \succsim (x'_1, x'_2, \dots, x'_n)$.

Em que o símbolo " \succsim " 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);

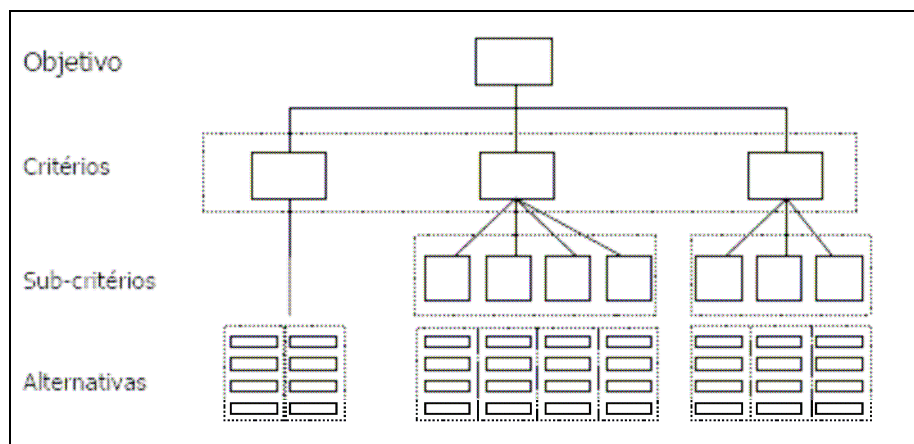


Figura 1 – Lista de critérios.

- 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).

f		a			c		d.	
Classificação		1	2	3	X	Ponderação		
A 1	Altern. 1	c ₁₁	c ₂₁	c ₃₁		P ₁	=	
A 2	Altern. 2	c ₁₂	c ₂₂	c ₃₂				P 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

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 irritada 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

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 mínim

- 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 sobretudo 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

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).

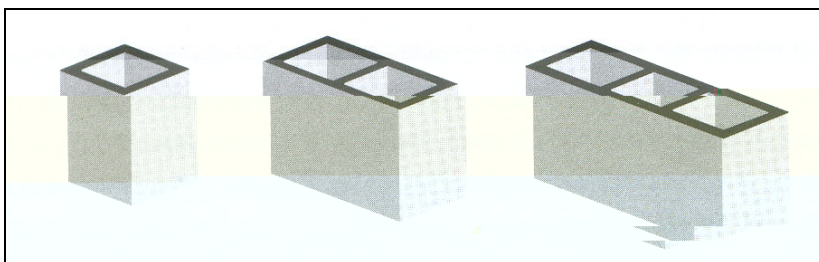


Figura 3 – Família de blocos estruturais de comprimentos 15, 30 e 45cm, largura 15cm e altura 20cm (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

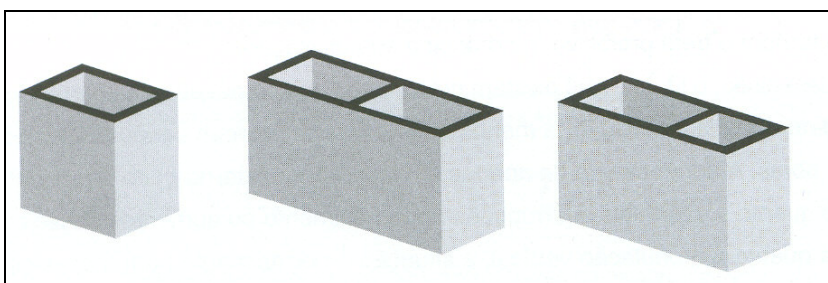


Figura 4 – Família de blocos estruturais de comprimentos 20, 40 e 35cm, largura 15cm e altura 20cm (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

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 grúdo e 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).

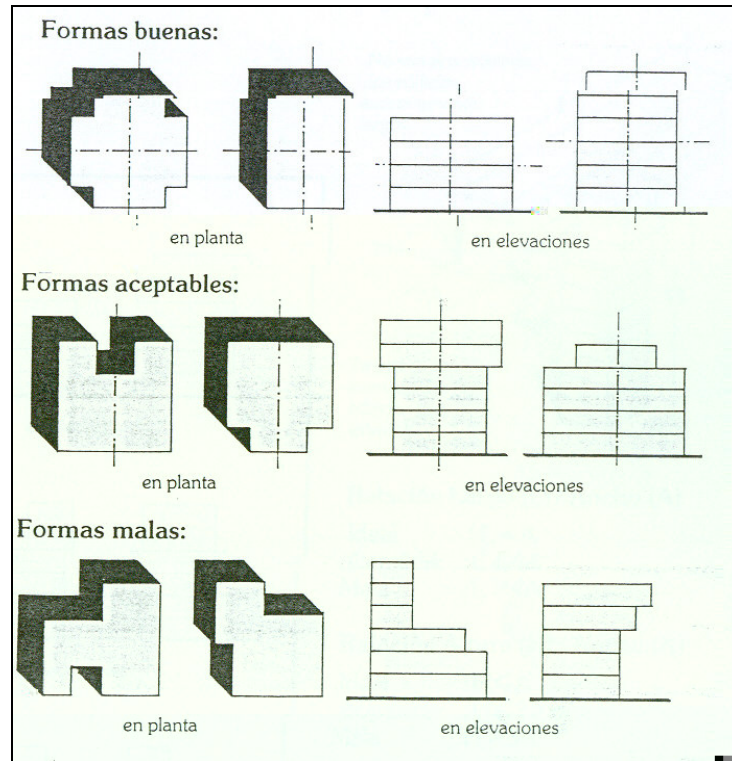


Figura 5 – Formas e simetria (VARGAS, 1987).

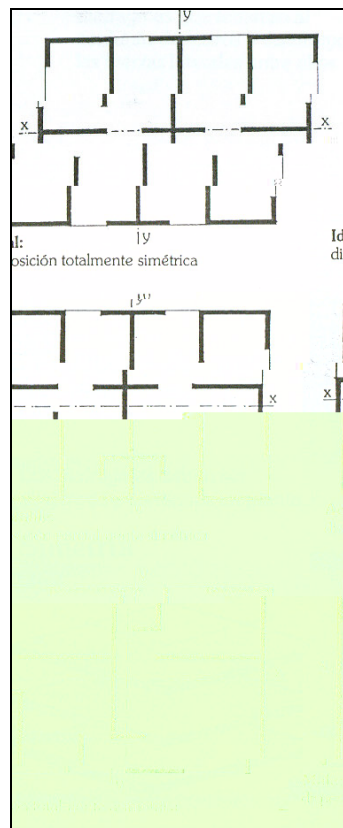


Figura 6 – Disposição quanto à simetria das plantas (VARGAS, 1987).

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).

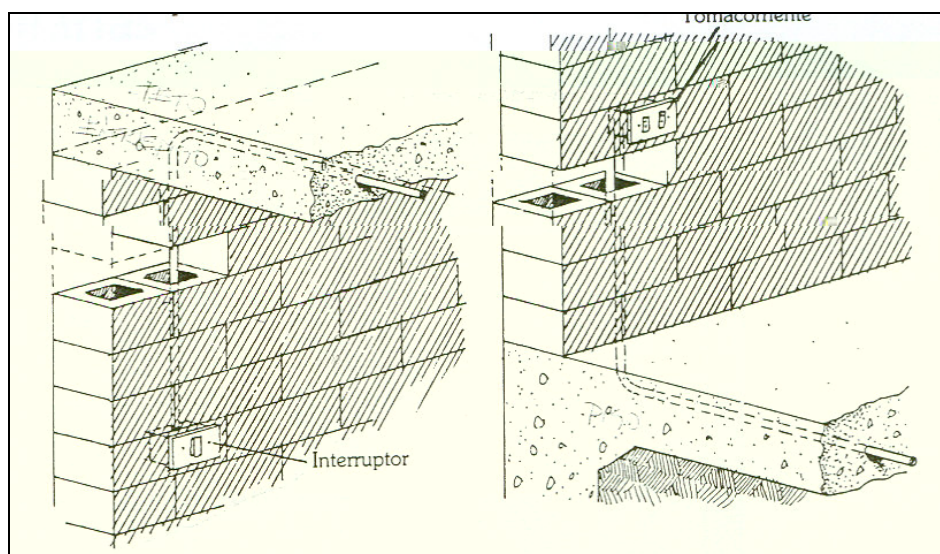


Figura 7 – Disposição das instalações elétricas – eletrodutos que passam pela laje de forro ou de piso (VARGAS, 1987).

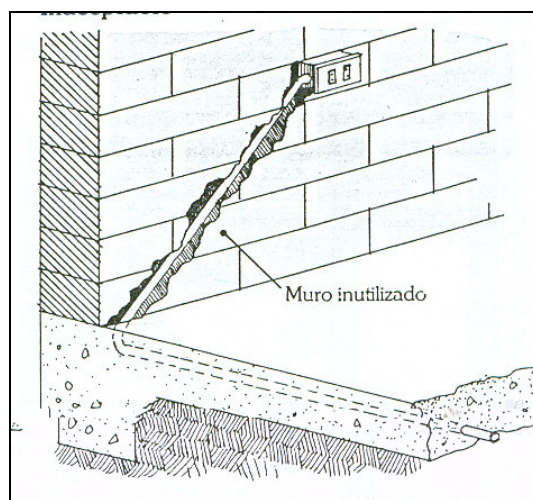


Figura 8 – Disposição das instalações elétricas – inaceitável, inutilização da parede (VARGAS, 1987).

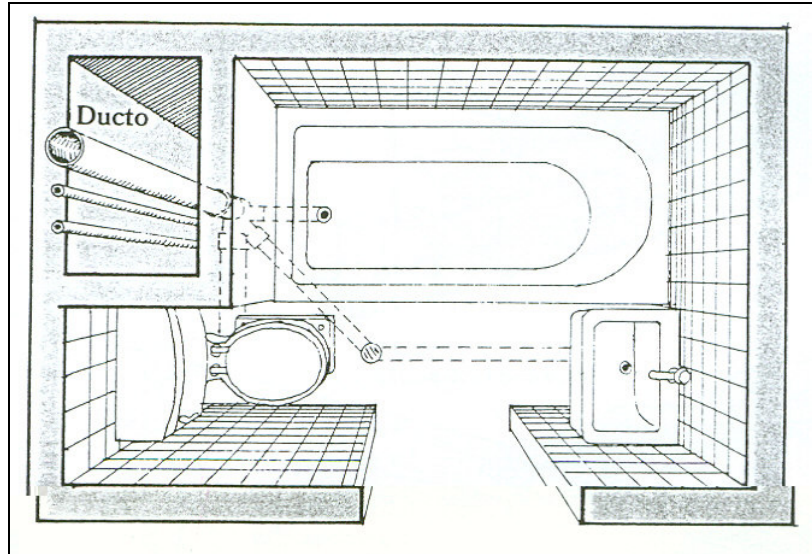


Figura 9 – Disposição das instalações hidrossanitárias (VARGAS, 1987).

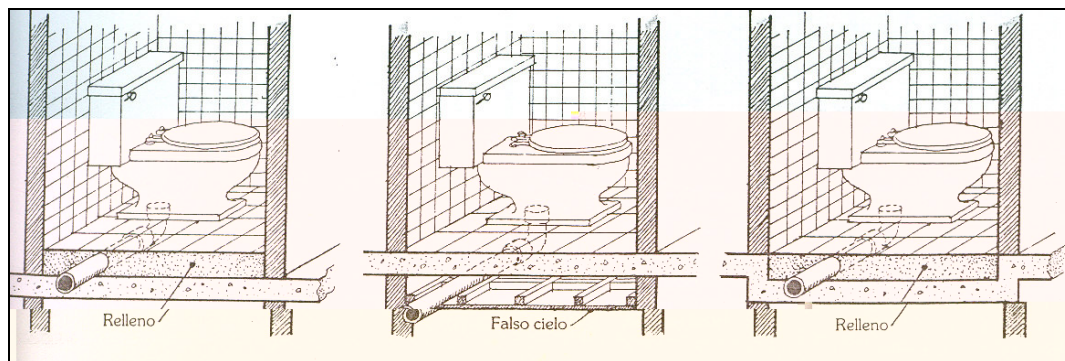


Figura 10 – Disposição das instalações hidrossanitárias (VARGAS, 1987).

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.

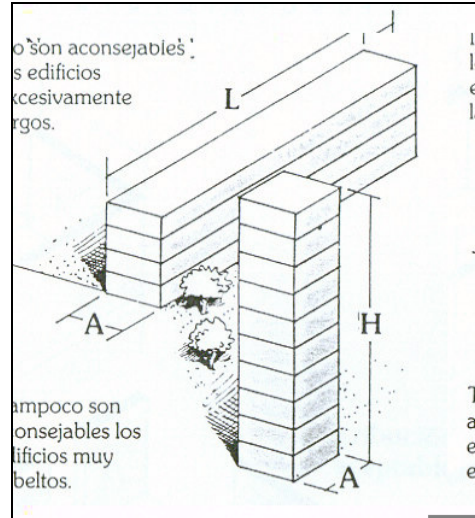


Figura 11 – Formas dos edifícios com relação à robustez (VARGAS, 1987).

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).

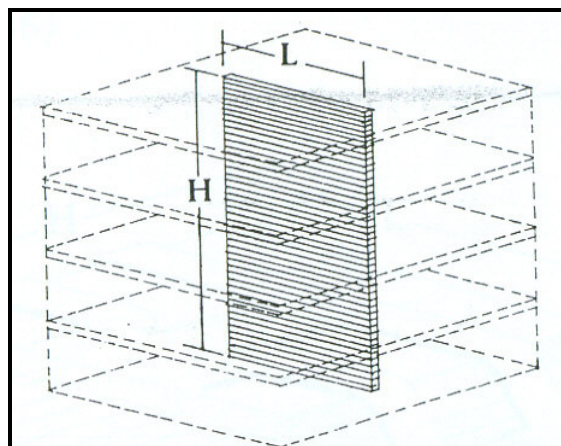


Figura 12 – Formas dos edifícios com relação à proporção (VARGAS, 1987).

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

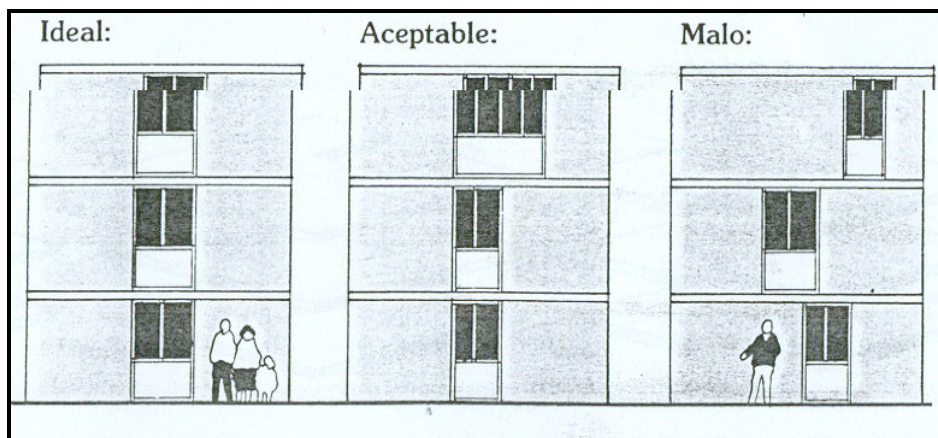


Figura 13 – Formas dos edifícios com relação ao tamanho dos vãos (VARGAS, 1987).

D. Formas ideais de plantas

Duarte (1999, p. 33) afirma que “com relação à resistência aos esforços horizontais provocados pela pressão do vento, cabe ao projetista escolher formas simétricas com área equivalente de tal forma a reduzir esforços torsionais”. A Figura 14 abaixo apresenta o efeito da forma do prédio na resistência à torção pela atuação de cargas laterais. Toma-se, como referência, uma planta quadrada e o comprimento total das paredes externas que são os mesmos.

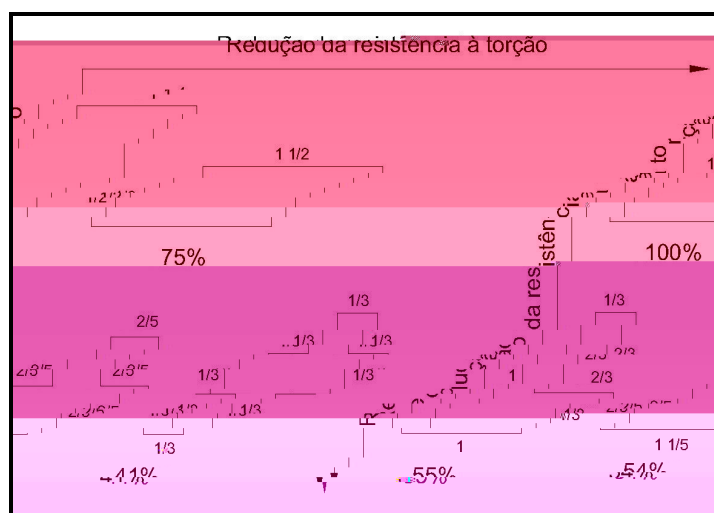


Figura 14 – Efeito da forma do prédio na resistência à torção por causa da atuação de forças horizontais (DUARTE, 1999).

Deve-se ter cuidado com o centro da massa (CM) afim de que ele coincida com centro de torção (CT), para que o sistema estrutural seja considerado simétrico

e o carregamento horizontal, em consequência da ação do vento provoque apenas esforços de translação nas paredes e lajes (Figuras 15 e 16). O CM é definido, em cada pavimento, pelo centro de massa do conjunto lajes e paredes. O CT é o centro de rigidez somente das paredes estruturais que resistem à ação do vento.

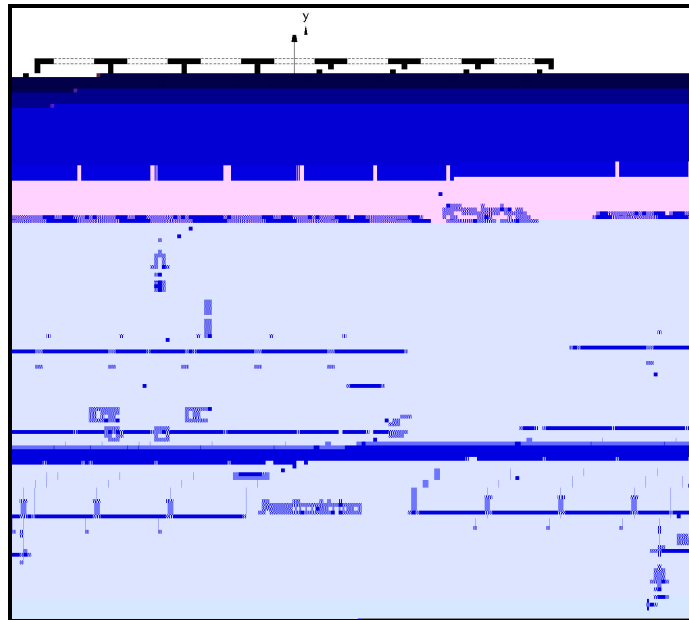


Figura 15 – Arranjos estruturais simétricos e assimétricos (DUARTE, 1999).

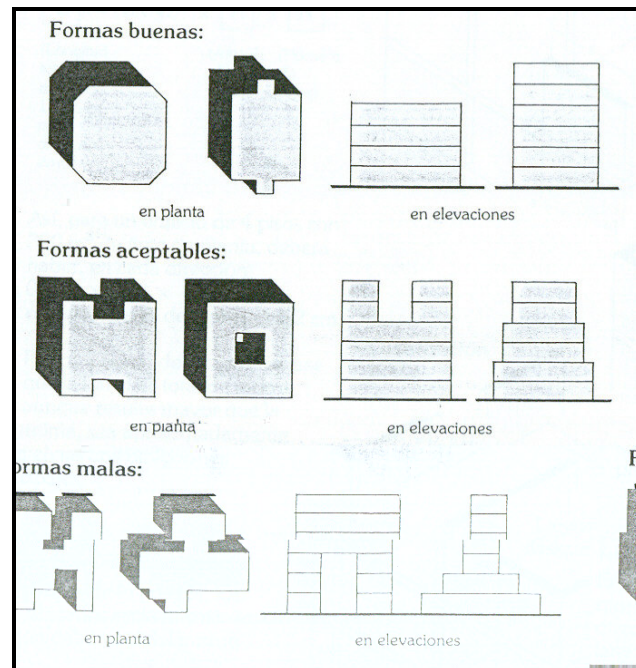


Figura 16 16987 0 Td (6)Tj 5.2901 0 Td ()Tj 2.524a

E. Forma e distribuição das paredes

Para uma escolha das paredes resistentes, é preciso observar os seguintes requisitos, de acordo com Duarte (1999) (Figura 17):

- atuar sob esforços verticais de compressão, conduzindo as cargas diretamente às fundações;
- atuar como parede cisalhante, resistindo às forças laterais em todo o prédio;
- atuar isoladamente resistindo à flexão lateral, provocada pela pressão externa do vento.

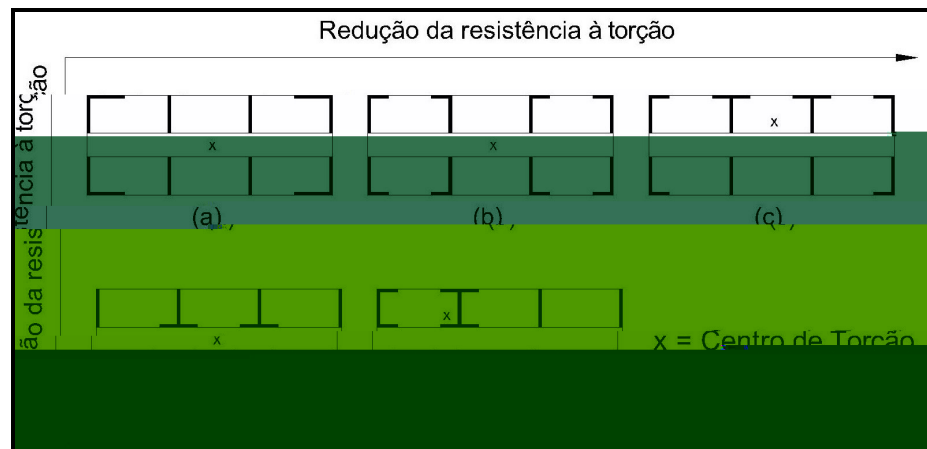


Figura 17 – Efeito do arranjo de paredes na resistência à torção do prédio (DUARTE, 1999).

Às vezes, a necessidade de se prever paredes não estruturais para a passagem de instalações hidráulicas, ou para possibilitar alterações da planta de arquitetura; no entanto, a opção de utilizar tais paredes, reflete negativamente na estrutura, já que, quanto maior o número de paredes estruturais, menor é a concentração de esforços.

E.1 Comprimento total das paredes estruturais

Somando o comprimento de todas as paredes, deve-se alcançar um valor mínimo expresso em metros lineares, de acordo com a fórmula seguinte:

$$L = 0,042 \cdot x \cdot A \cdot N$$

Em que:

L = comprimento total das paredes de 12cm, em “m”;

A = área em planta, em “ m^2 ”;

N = número de andares.

As somas das medidas das paredes, em cada direção, devem ser, sempre que possível, do mesmo comprimento (Figura 18).

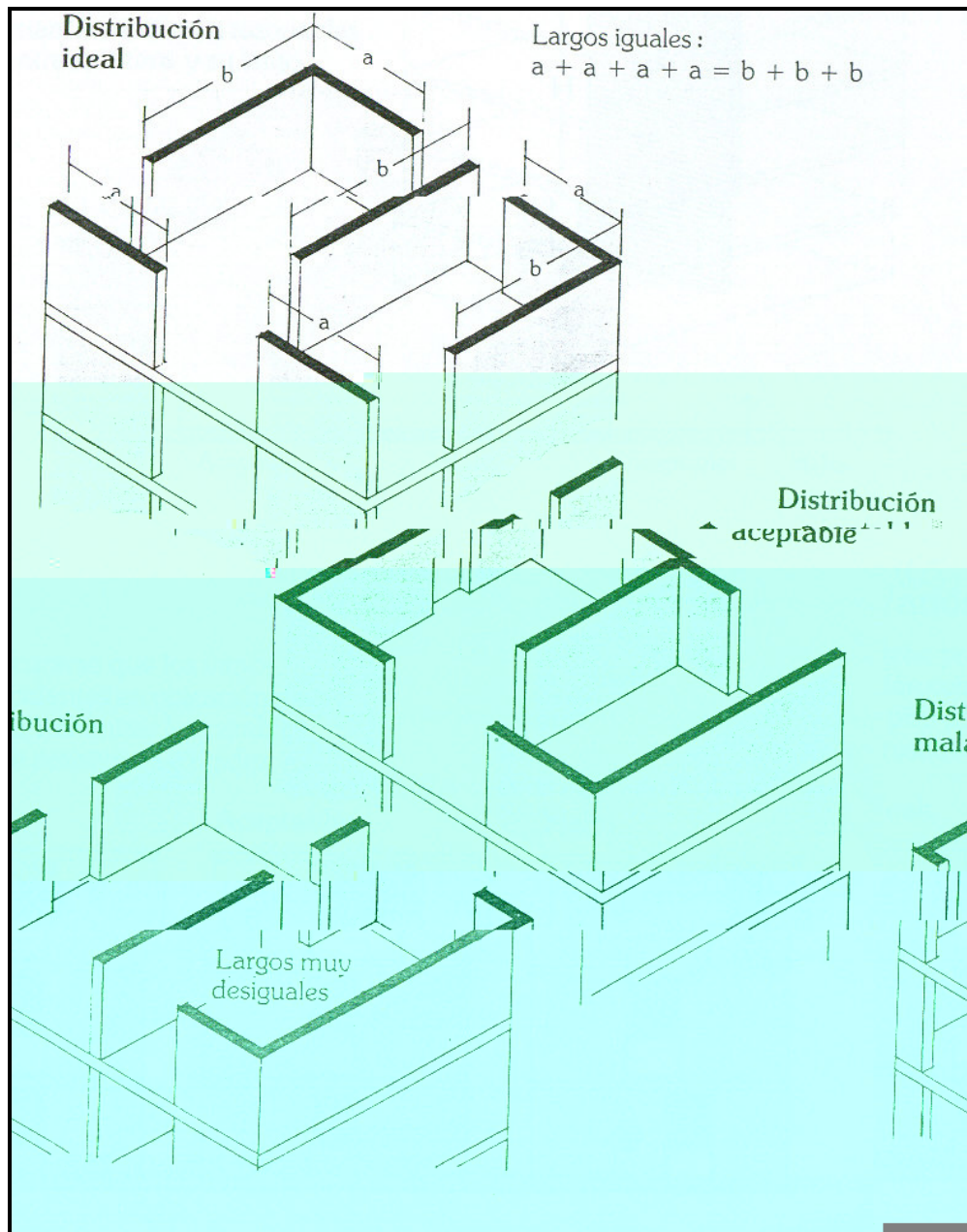


Figura 18 – Distribuição das paredes ao longo da planta (VARGAS, 1987).

E.2 Lajes de piso e cobertura

As lajes devem ser simétricas e contínuas em planta (Figuras 19, 20 e 21).

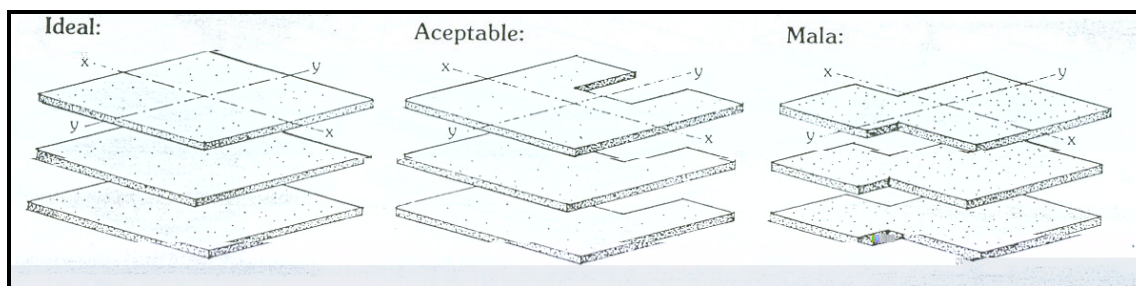


Figura 19 – Formas das lajes com relação à simetria (VARGAS, 1987).

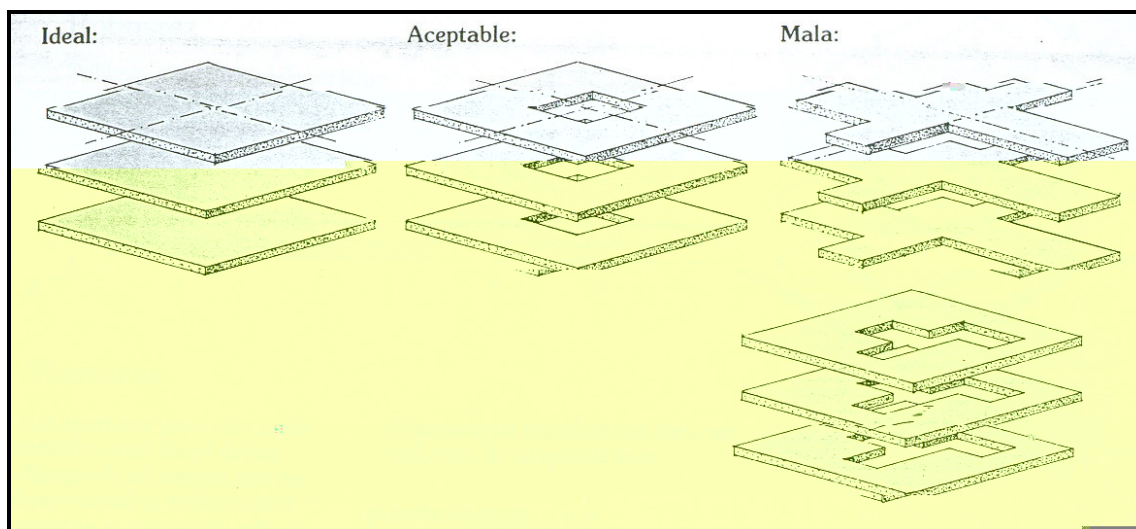


Figura 20 – Formas das lajes com relação à continuidade (VARGAS, 1987).

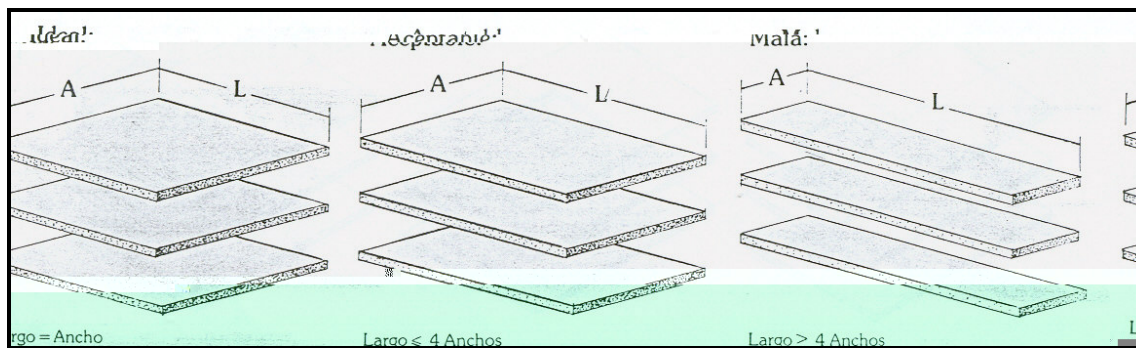


Figura 21 – Formas das lajes com relação à competência torsional (VARGAS, 1987).

As lajes devem obedecer a razões de largura e comprimento, abaixo especificadas (Figura 22).

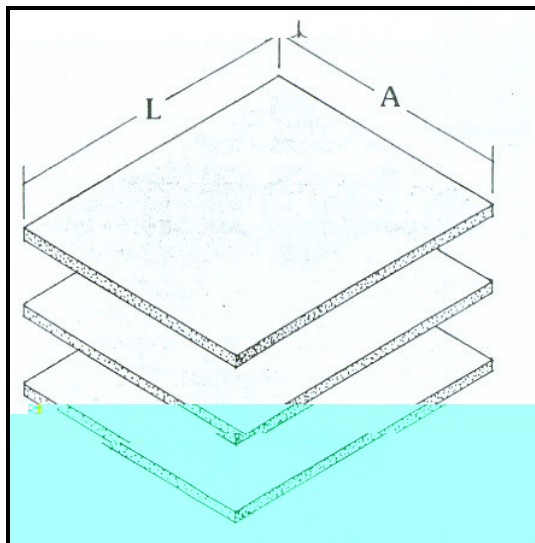


Figura 22 – Formas das lajes com relação à robustez.

As aberturas das lajes devem ser realizadas de tal maneira que não comprometam os atributos básicos de simetria, continuidade, robustez e capacidade torsional (Figura 23). O tamanho dessas aberturas deve ser reduzido para poder aceitar uma relação de até:

$$\frac{\text{ÁREADEABERTURA}}{\text{ÁREATOTAL}} \leq 0,3$$

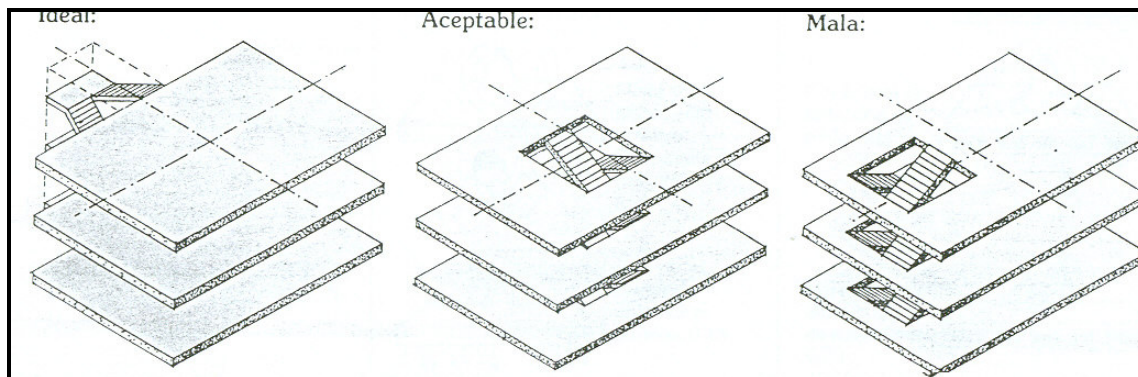


Figura 23 – Aberturas nas lajes (VARGAS, 1987).

5.2.1.3 Segurança contra fogo

Nas tabelas 2, 3 e 4 abaixo, observa-se alguns ensaios comparativos de diversos blocos comparativos de resistência ao fogo.

Tabela 2 – Resistência ao fogo/comparativo concreto sílico-calcário e tijolo de barro (CHICHIERCHIO, 1990).

Fabricantes			
	Prensil	Prensil	Não identificado
Características Gerais			
Identificação do fabricante	25-F-172-0400	19-	Não identificado
Objeto	Blocos	Blocos	Tijolos
Materiais	Concreto sílico-calcário	Concreto sílico-calcário	Barro
Exatidão	Endante	Endante	Não identificado
Espessura nominal da alvenaria (cm)	11,5	11,5	25
Dados do microteste de resistência ao fogo			
Nº do relatório de ensaio	E/1758/76	E/1758/76	Aditamento ao E/1758/76
Laboratório responsável	LA Falcão Bauer	LA Falcão Bauer	LA Falcão Bauer
Norma base do ensaio	Não normatizado (resultados orientativos)	Não normatizado (resultados orientativos)	Não normatizado (resultados orientativos)

Tabela 3 – Resistência ao fogo/comparativo concreto celular autoclavado, bloco cerâmico e concreto (CHICHIERCHIO, 1990).

Características Gerais	Fabricantes			
	Sical	Tebas	Tecprem	Tecprem
Referência do fabricante	B 6	Autoportante 14	B 2040/ AV e B 2040/ AV	B 1540 E, B 1520 E, C 1540 A/E e C 1520 A/E
Objeto	Blocos	Blocos	Blocos e meios blocos	Blocos, canaletas, meios blocos, meias canaletas
Material	Concreto celular autoclavado	Cerâmica	Concreto	Concreto
Função	Vedação	Portante	Vedação	Portante
Espessura nominal da alvenaria (cm)	10	14	19	14
Revestimento	-	Gesso 3mm na face	Argamassa 2cm 2m ² /m ³	-
Estável ao fogo 4h				

Tabela 4 – Resistência ao fogo/comparativo bloco cerâmico (CHICHIERCHIO, 1990).

Características Gerais	Fabricantes			
	Selecta	Selecta	Selecta	Selecta
Referência do fabricante	9x19x19	9x19x19	14x19x39	14x19x39
Objeto	Blocos	Blocos	Blocos	Blocos
Material	Cerâmica	Cerâmica	Cerâmica	Cerâmica
Função	Vedação	Vedação	Portante	Portante
Espessura nominal da alvenaria (cm)	9	9	14	14
Revestimento	0,5 cm de cada face	1,5 cm em cada face	-	1,5 cm em cada face
Dados do ensaio de resistência ao fogo				
N.º do relatório de ensaio	23.797/86	23.797/86	23.797/86	23.797/86
Laboratório responsável	IPT	IPT	IPT	IPT
Norma base do ensaio	3	3	1	1
Dimensão do Corpo de prova (cm)	280x280	280x280	260x280	260x280
Categoria resultante	Corda-fogo 1h	Corda-fogo 1,5h	Corda-fogo 1,5h	Corda-fogo 1,5h
Para-chamas 1,5h	Estável ao fogo 1,5h	Estável ao fogo 2h	Estável ao fogo 2h	Estável ao fogo 2h
Para-chamas 2h				
Para-chamas 3h				
Estável ao fogo 3h				

5.2.1.4 Conforto térmico/acústico

O desempenho térmico dos edifícios, segundo Chichierchio (1990) depende:

- do lugar onde ele se encontra: relação do clima com a arquitetura, considerando os dados climáticos de temperatura do ar (máximas e mínimas), umidades relativas, pluviosidade, radiação solar incidente na envolvente do edifício, direção, freqüência e velocidade dos ventos, presença de vegetação e acidentes geotopográficos, entre outras;

- da latitude do lugar;
- das características do entorno imediato do edifício;
- da época do ano considerada;
- das orientações em relação ao norte verdadeiro;
- da ocupação em termos do número de pessoas;
- da presença de fontes de calor;
- dos materiais e características construtivas da envolvente;
- do tamanho, posição, localização, tipologia e dimensões das aberturas;
- das atividades desenvolvidas no ambiente ou edifício;
- das exigências humanas do usuário.

QTj 2.52483 0 Td (a)Tj 6.13174 0 Td ()Tj 3.2in

Tabela 5 – Propriedades e características térmicas e acústicas dos componentes da alvenaria (CHICHERCHIO, 1990).

		Referência de catálogo							
		EV 0740 BA 0740	BV 1040 BA 1040	BV 1240 BA 1240	BV 1540 BA 1540	BV 2040 BA 2040	BE 1540	BE 2040	
Características gerais									
Material		Concreta							
Densidade específica (kg/m³)		2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200
Coefficiente de condutibilidade térmica (W/m°C)		1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Espessura da alvenaria (cm)		6,7	9	11,5	14	19	14	20	
Peso da alvenaria (Kg/m²)		99	108	128	159	207	166	210	
Características térmicas									
Revestimentos									
		Sem rev.	Com rev.	Sem rev.	Com rev.	Sem rev.	Com rev.	Sem rev.	Com rev.
K (W/m²C)	Sem vento	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
	Vento a 2m/s	3,3	2,9	3,3	3,0	3,2	2,8	3,1	2,9
Coeficiente de amortecimento térmico		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Albedo térmico (hora)		2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	4,0
Condicionamento artificial									
Temperatura em C° sem revestimento									
Verão									
		Sem vento	Com vento	Sem vento	Com vento	Sem vento	Com vento	Sem vento	Com vento
	Vento a 2m/s	3	3	3	3	3	3	3	3
10°C		3	3	3	3	3	3	3	3
Características acústicas									
Revestimentos									
		Sem rev.	Com rev.	Sem rev.	Com rev.	Sem rev.	Com rev.	Sem rev.	Com rev.
Índice de transmissão acústica (dB)		46	48	47	49	48	49	49	52
	Sem rev.								51
	Sem rev.								53
	Sem rev.								49
	Sem rev.								52
	Sem rev.								51
	Sem rev.								53

5.2.2 Recursos Humanos

5.2.2.1 Treinamento da mão-de-obra

O projeto para alvenaria pressupõe a integração entre todos os projetos e a gestão dessa integração deverá ser executada por profissionais especializados em tal tipo de projeto, que atuem de forma integral ou parcial de acordo com as necessidades.

O sistema de alvenaria estrutural precisa, necessariamente, de qualificação da mão-de-obra para a eficácia e o bom desempenho do sistema. Portanto, faz-se necessário o treinamento de toda a mão-de-obra para execução das tarefas de projeto, planejamento e controle da produção e execução da obra. Observa Santos (2002), que existe uma redução do custo, em virtude da qualificação da mão-de-obra, que pode ser descrita conforme o Quadro 4 abaixo.

Custo da edificação: R\$350,00/ m^2 Custo da mão-de-obra: 40% ou R\$140,00/ m^2 Produtividade considerada: 35 m^2 /1000hH ou 29Hh/ m^2	Considerando uma redução horas/homem sem valor agregado de 20%: 42 m^2 /1000hH ou 24Hh/ m^2 Redução no custo da mão-de-obra de: R\$24,00/ m^2
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Quadro 04 – Simulação da redução de custo pela qualificação da mão-de-obra (SANTOS, 2002).

5.2.2.2 Documentação

Em qualquer obra, existe a necessidade de várias documentações referentes à contratação de mão-de-obra, 7467d (e)Tj 6.2519785.65082 0 Td (s)Tj 5 Td (à)Tj 6.25197 0 Td ()

5.2.3.3 Custos

De acordo com Duarte (1999), os prédios em alvenaria estrutural podem ser classificados como mostra a Figura 24 abaixo.

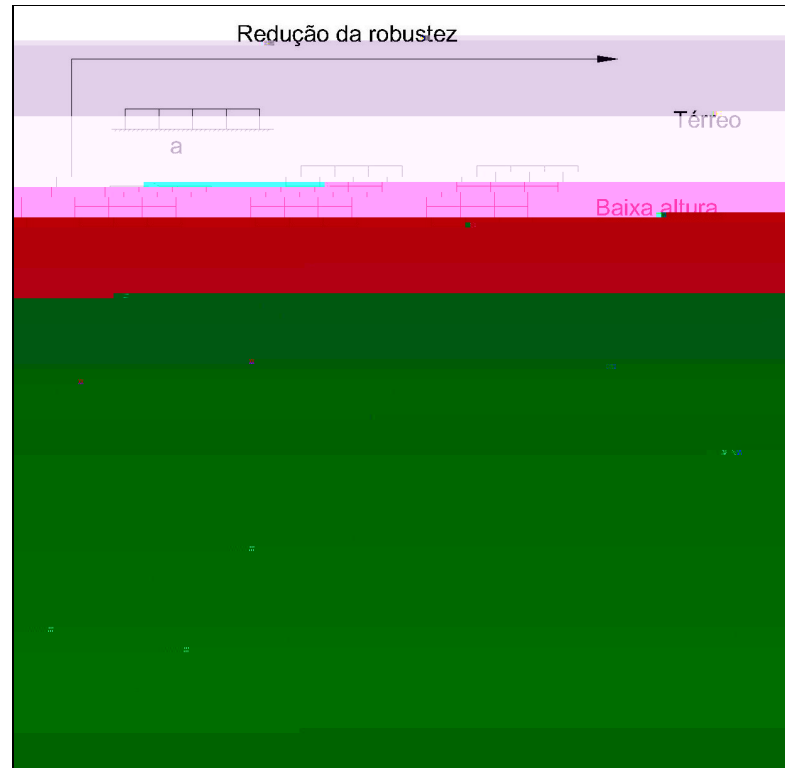


Figura 24 – Efeito das elevações na robustez do prédio (DUARTE, 1999).

O já citado autor define os prédios como:

- térreos: onde há o predomínio externo da cobertura que, geralmente, é leve.
- até 4-5 pavimentos: este limite é referente à opção entre o uso apenas de escadas ou a inclusão de elevadores com os conseqüentes custos;
 - de 5-10 pavimentos: trata-se do limite para alvenaria estrutural não armada;
 - acima de 10 pavimentos: os custos da estrutura aumentam em virtude da necessidade de utilização de armaduras (afetam a produtividade – ferreiros e montagem).

Duarte (1999, p. 38) afirma que “medições realizadas no Brasil indicam que economias de 30% nos custos de construção podem ser obtidas através do sistema estrutural quando comparado com o sistema tradicional aporticado de concreto”.

Já segundo Silva (2005b), há uma economia de cerca de 11% apenas com a substituição da estrutura convencional de alvenaria de vedação pela alvenaria

estrutural. Em alguns casos, se o projeto for desenvolvido com todas as premissas necessárias do sistema e não apenas como uma simples troca de estruturas, este número pode chegar a 20%.

5.2.3.4 Prazos

Uma vantagem do sistema de alvenaria estrutural é a eliminação das etapas de moldagens dos pilares e vigas, e a rapidez na montagem da alvenaria, desde que a mão-de-obra esteja treinada. Outro aspecto importante é se existe a necessidade de treinamento da mão-de-obra, se existir, deve-se contabilizar, no prazo de execução, o tempo para treinar a mão-de-obra.

Vale lembrar que, em empreendimentos que envolvem alvenaria estrutural, é fundamental o planejamento de canteiro a longo e curto prazo.

5.2.3.5 Controle tecnológico

Os controles do processo devem ser referentes: ao recebimento de materiais e componentes; à aceitação de alvenaria e à produção de alvenaria estrutural.

O controle tecnológico referente ao recebimento de materiais e componentes é uma das grandes vantagens desse sistema e pode ser conferido por meio de ensaios de prismas realizados em laboratório. A NBR 6136 especifica ensaios em blocos estruturais e determina os parâmetros:

- dimensão: tolerância de ± 2 mm para largura dos blocos e ± 3 mm para altura e comprimento. Paredes de blocos com espessura $\geq 25mm$ (parede longitudinal $\geq 32mm$ para blocos de 19x19x39);

- retração: $\leq 0,065\%$;
- absorção: $\geq 10\%$ em qualquer bloco;
- resistência: $f_{bk} \geq 4,5MPa$.

O controle recomendado para o concreto estrutural é dado pela NBR 6118 e as argamassas ensaiadas pela NBR 13279/2005. O graute deverá ser controlado pelos ensaios de prisma cheio.

Para o controle de aceitação da alvenaria, é seguida a metodologia da NBR 8798, que estabelece os ensaios dos prismas ocios e cheios para, a partir desses

ensaios, permitir a avaliação conjunta dos blocos, argamassas e grautes.

Já para o controle da produção da alvenaria estrutural, são admitidas as tolerâncias descritas abaixo, de acordo com a NBR 8798 (Tabela 6).

Tabela 6 – Controle e aceitação da alvenaria: tolerâncias para a produção de alvenaria estrutural.

Execução da Alvenaria		
	Fator	Tolerância
Junta horizontal	Espessura	3mm
	Nível	2mm/m 10mm no máximo
Junta Vertical	Espessura	3mm
	Alinhamento vertical	2mm/m 10mm no máximo
Alinhamento da parede	Vertical	2mm/m 10mm no máximo por piso 25mm na altura total
	Horizontal	2mm/m 10mm no máximo
Superfície superior das paredes portantes	Varição do nível entre elementos de piso adjacentes	1mm/m
	Varição do nível dentro da largura de cada bloco isoladamente	1,5mm/m

5.2.4 Suprimentos

5.2.4.

da proporção adequada dos materiais.

Muitas vezes, pode-se assegurar do atendimento das normas técnicas pela certificação da qualidade do processo e do fornecedor.

Os blocos podem ser de diversas famílias e com diversas pigmentações, cores e texturas, pois podem ser utilizados na decoração de fachadas. Esses pigmentos devem resistir à alcalinidade do cimento, exposição dos raios solares e intempéries. A argamassa também pode ser pigmentada, se for usada tanto com objetivo decorativo, quanto com objetivo de diferenciar as resistências.

A argamassa deve ser, preferencialmente, industrializada e com seu f_{ck} compatível com o do bloco utilizado, de forma que não comprometa a resistência do prisma. O desempenho das paredes de alvenaria depende do conjunto bloco/argamassa de assentamento, que está sujeito à forma da aplicação da argamassa, à qualidade e à aplicação do graute, além de outros fatores decorrentes do projeto e da mão-de-obra.

Deve-se ter o controle dos ensaios e dos testes do bloco e dos prismas, em obra ou em instituições como laboratórios especializados.

Um aspecto também importante é verificar a existência tanto da diversidade de material quanto da disponibilidade de sistemas complementares adequados e do produto no mercado. É importante garantir que haja especificações dos produtos em instruções de como utilizá-lo e mantê-lo e que todas as informações necessárias para seu bom desempenho sejam atendidas.

Para garantir a integridade do material durante o transporte até à obra, é aconselhável o uso de embalagens próprias para grupos de blocos, com uso de *pallets* e amarrações de plásticos.

5.2.4.3 Transporte

O transporte do material deve ser considerado importante, se não houver a existência de fornecedores locais que atendam à demanda; pois isso afetará nos custos e nos prazos de entrega e também no planejamento a curto e longo prazo da obra.

É possível dizer que o transporte dos materiais pode ser viável se uma distância entre fornecedor e obra não ultrapassar de 200km.

5.2.4.4 Infra-estrutura necessária

Como Manzione (2004) ensina, nas obras que utilizam equipamentos de içamento (gruas e guindastes), pode-se trabalhar com pré-moldados pesados, como pré-lajes e escadas maciças, além de viabilizar o transporte de *pallets*. Nas obras sem equipamentos de içamento, deve-se utilizar pré-moldados leves como escada tipo jacaré, contramarcos em concreto, vergas e lajes pré-moldadas em minipainéis.

É necessário analisar a forma como ocorrerá o descarregamento, se for manual, ele implicará em tempo e número-homens; se for mecanizado, com equipamentos para o descarregamento, ele implicará em outros equipamentos para mobilidade dentro da obra. É preciso lembrar que os blocos possuem um peso específico considerável, que limita alguns procedimentos manuais.

Outro aspecto a ser levado em consideração é a armazenagem dos materiais, que pode ser em algum local no canteiro ou no pavimento a ser utilizado. Também deve-se observar o tempo de armazenagem.

5.2.4.5 Equipamentos disponíveis

Equipamentos adequados são fundamentais para a execução de cada etapa da alvenaria estrutural. Eles são descritos abaixo:

- fio traçante;
- esticador de linha;
- régua para aprumar e nivelar;
- esquadro;
- nível alemão ou nível laser;
- escantilhão;
- caixote metálico ou suporte para argamassa;
- argamassadeira;
- andaime regulável;
- transportador de blocos;
- bisnaga ou régua para aplicação da argamassa;
- equipamentos de proteção.

5.2.5 Usuários

5.2.5.1 Requisitos do usuário

Esse sistema estrutural está fortemente explorado pelas construtoras, principalmente, para edificações de baixa renda. Entretanto, como já se viu em itens anteriores, esta parcela da população é a que mais precisa de projetos que contemplem todas suas necessidades, desde suas concepções, como possíveis ampliações, ou seja, tudo o que esse sistema estrutural não considera, por causa da pouca flexibilidade do produto.

5.2.5.2 Assistência técnica e manutenção

Deve-se, para edificações executadas em alvenaria est

quais não são deixadas juntas de controle;

- fissuras térmicas: ocorrem no último pavimento e aparecem como fissuras horizontais, abaixo da

cozinhas, lavanderias e sanitários de uso público.

Parágrafo 1º- A largura mínima das portas será aumentada nos casos previstos na norma NBR 9077.

Parágrafo 2º- Em qualquer caso nenhuma porta poderá ter largura inferior a 0,60 m (sessenta centímetros) (SANTA MARIA, 1995).

O Código preceitua que as paredes externas devem possuir dimensão mínima de 20cm e as paredes de divisões autônomas de, no mínimo, 25cm; além disso estabelece diversos pés-direitos, que variam de 2,60m a 4,00m. Em vista disso, os módulos dos blocos utilizados deverão atender esses requisitos.

CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES

6.1 Conclusões

O mercado brasileiro tem-se mostrado emergente quanto ao desenvolvimento tecnológico da indústria da construção civil. Grandes avanços são perceptíveis atualmente e estão norteando a economia de materiais e melhoria na apresentação dos seus produtos finais. Esse é um fator marcante, pois o mercado brasileiro está sendo, cada vez mais, visado por empresas estrangeiras por seu potencial de consumo de bens. Entretanto, ainda que exista, no Brasil, uma variedade de indústrias de materiais e de componentes e também haja sistemas tecnológicos construtivos de última geração, percebe-se deficiências quanto à absorção de novas tecnologias.

Como há uma abundância de alternativas tecnológicas que se mostram aos tomadores de decisões, verifica-se que o ambiente é muito propício para a implantação de novas tecnologias, principalmente, quando se enfocam aspectos relacionados com estratégias para sobrevivência das empresas num cenário competitivo.

A fim de contribuir para uma tomada de decisão e possibilitar a escolha do melhor sistema construtivo a ser adotado, é fundamental a abordagem dos diversos aspectos a serem analisados. Deve-se sempre destacar a avaliação da qualidade no atendimento das necessidades do cliente, o processo do projeto e execução, os custos, os prazos relacionados à construção e a entrega da obra, o fornecimento de materiais e a legislação vigente. No sistema de alvenaria estrutural, exemplifica-se esse método pela listagem dos critérios para a sua aplicação, mesmo se sabendo que os resultados da pesquisa exibem critérios percebidos em um dado espaço de tempo, portanto, podem variar e se modificar, já que não traduzem valores absolutos. As conclusões obtidas são de grande importância para as empresas construtoras no que tange a escolha do sistema de alvenaria estrutural, desde que analisadas por seus dirigentes de acordo com os objetivos e com a realidade.

No que se refere aos aspectos do projeto, é importante analisá-lo como parte integrante à atividade do desenvolvimento de tecnologia, isto é, por sua capacidade de influenciar o desenvolvimento do produto nas demais etapas do empreendimento. Portanto, um projeto de alvenaria estrutural deve ser pensado, desde sua concepção, pois não cabem a tal tecnologia adaptações posteriores. Conclui-se, a partir dessa idéia, que o projeto deve satisfazer determinados requisitos de desempenho quanto às exigências ou aos requisitos dos usuários da edificação, ou seja, para que um projeto de alvenaria estrutural obtenha uma avaliação positiva dos usuários finais, deve-se levar em conta o tipo de edificação e a classe econômica desses usuários. É pertinente salientar que esse sistema não é passível de mudanças futuras, a não ser que elas já estejam previstas e calculadas desde o princípio.

Ainda assim, observa-se um grande incentivo para a implantação desse tipo de sistema para as classes de baixa renda, mesmo se sabendo que essas edificações são as que mais sofrem alterações em suas concepções originais. Entretanto, é importante salientar que, quando a edificação se destina às classes mais elevadas, ela requer outras soluções que possibilitem uma maior flexibilidade de arranjos arquitetônicos, o que nem sempre se reflete no benefício de um menor custo total da obra. Dessa forma, é primordial a verificação de sua viabilidade real, podendo-se concluir que em situações bem definidas o sistema torna-se inviável.

Quando o sistema de alvenaria estrutural se desenvolve de uma maneira racionalizada, planejada e com compatibilização de projetos complementares, ele se reflete num custo total menor de obra, pois diminui consideravelmente o prazo de execução e o desperdício de materiais e mão-de-obra. A empresa deve possuir mão-de-obra treinada para execução de seus serviços, a fim de evitar re-trabalho e geração de resíduos. Isso reflete em um canteiro mais organizado e limpo. Vale ressaltar, se a empresa desejar obter incentivo governamental para a construção, ela deve ser inserida em algum programa de melhoria de qualidade.

Deduz-se, no aspecto que se relaciona com os custos de materiais, que a existência de uma diversidade de fornecedores locais de blocos e componentes possibilita a criação de parcerias de trabalho; desse modo reduzindo custos e facilitando a comunicação entre os diversos agentes do processo.

Quando se analisa o item fornecimento de materiais, o resultado é que devem ser observadas as dimensões padrão de materiais de acabamentos, de portas e

janelas, de revestimentos de piso e parede e também se a região possui fornecedores de tais materiais, pois o não-atendimento desse item ocasiona um custo mais elevado de construção.

Ao observar-se a legislação vigente, conclui-se que existem, ainda, algumas discordâncias das normas e das leis no que se refere às dimensões dos blocos, isto é, discordância quanto à espessura das paredes entre unidades autônomas.

Finalizando a avaliação de todos esses aspectos, define-se que o objetivo maior da criação desse levantamento de procedimentos e condicionantes é estabelecer um elo de ligação entre os diversos agentes envolvidos no processo. Espera-se que os fabricantes de materiais, de componentes e sistemas passem a ter consciência do que define a escolha. Espera-se também que os projetistas e os empreendedores passem a analisar, seriamente, as diversas alternativas, para tomarem uma decisão mais pensada, embasada em critérios que assegurem o atendimento de todas as necessidades.

6.2 Sugestões para trabalhos futuros

Durante a realização deste estudo, diversos aspectos gerais e específicos foram considerados merecedores de análises mais detalhadas, dentre eles, destacam-se:

- ampliação da pesquisa de avaliação da satisfação dos clientes de imóveis residenciais construídos em alvenaria estrutural referente ao projeto arquitetônico segmentado por classe socioeconômica;
- análise detalhada dos custos ao longo da vida útil de uma obra de alvenaria estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE NETO, E.T.; CARDOSO, F.F. Certificação de sistemas de qualidade e sua influência nas novas formas de racionalização da produção na construção de edificações no Brasil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO: TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS/ SOLUÇÕES PARA O TERCEIRO MILÊNIO, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1998, p. 395-402.

ALMEIDA, C.A. Construções em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos: um breve panorama do empreendimento: aspectos do mercado, importância do planejamento e ações para prevenir falhas freqüentes. In: **Alvenaria estrutural: novas tendências técnicas e de mercado.** [S. l.]: Interciência, 1990. p.83-88.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413:** iluminação de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 6118:** projeto e execução de obras em concreto armado. Rio de Janeiro, 1980.

_____. **NBR 6136:** blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – especificação. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR 8798:** execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos de concreto. Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 9050:** acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 9077:** saídas de emergências em edifícios. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 10151:** avaliação de ruído em áreas habitadas. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 10152:** níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 13279**: argamassa para assentamento de paredes e revestimentos de paredes e tetos – determinação da resistência a compressão – método de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

BARROS, M.M.S.B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. 422f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, EPUSP, São Paulo, 1996.

_____. Implantação de inovações tecnológicas no processo de produção de edifícios: um plano de ação. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE GESTÃO E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1997, p. 73-104.
BERNARDES, M.M.S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 310f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2001.

BRANDÃO, D.Q.; HEINECK, L.F.M. Significado multidimensional e dinâmico de morar: compreendendo as modificações na fase de uso e propondo flexibilidade nas habitações sociais. In: AMBIENTE CONSTRUÍDO/ANTAC, 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2003, v.3, n.4, p. 35-48.

BRASIL. Lei n. 8078. Código de defesa do consumidor. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 set. 1990.

_____. Lei n. 8666. Lei das licitações e contratos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 jun. 1993.

_____. Lei n. 8883. Lei complementar à lei de licitações e contratos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 jun. 1994.

_____. **Resolução CONAMA n°307**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 jul. 2002.

CHICHIERCHIO, L.C. Conforto ambiental: desempenho térmico e acústico e proteção contra o fogo. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual técnico de alvenaria**. São Paulo: ABCI/Projeto/PW, 1990. p. 83-88.

COÊLHO, R.S.A. **Alvenaria estrutural**. São Luís: UEMA, 1998.

CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT (CIB). **Working with the performance**

approach in building. Rotterdam, Working Commission W 60, CIB Report – Publication 64, 1982.

CORRÊA, R.M.; NAVEIRO, R.M. Importância do ensino da integração dos projetos de arquitetura e estrutura de edifícios: fase de lançamento das estruturas. In: GESTÃO DO PROCESSO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2001. p. 160-165.

DAVENPORT, T.H. **Process innovation:** reengineering work through information technology. Boston: Harvard Business School, 1993.

DUARTE, B.D. **Recomendações para projeto e execução de edifícios em alvenaria estrutural.** Porto Alegre: CFP SENAI de Artes gráficas, 1999.

DUTKA, A. **AMA handbook for customer satisfaction:** research, planning and implementation. Chicago: NTC Business Books, 1994.

FABRÍCIO, M.M.; SILVA, F.B.; MELHADO, S.B. Parcerias e estratégias de produção na construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO/ ENEGEP, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 300 Anos de Engenharia no Brasil - Horizontes da Engenharia de Produção, 1999.

FERREIRA, A.B.H. **Mini aurélio:** o minidicionário da língua portuguesa. 4. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

FRANCO, L.S. O desenvolvimento de processos construtivos em alvenaria estrutural. In: III SIMPÓSIO DE DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1991, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1991, p.125-134.

_____. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não-armada de blocos de concreto.** 1992. 319f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

_____. **Parâmetros utilizados nos projetos de alvenaria estrutural.** Texto técnico, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1993.

GAMA, R. **Tecnologia e o trabalho na história.** São Paulo: Nobel-EPUSP, 1986.

GOMES, L.F.A.; GOMES, C.F.S.; ALMEIDA, A.T. **Tomada de decisão gerencial:** enfoque multicritério. São Paulo: Atlas, 2002.

HILL, T. **Manufacturing strategy: text and cases.** Londres: MacMillan Business, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa industrial: inovação tecnológica, 2001.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. de 2005.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Programa de Atualização Tecnológica Industrial (PATI): construção habitacional.** São Paulo, 1988.

JOBIM, M.S.S. **Método de avaliação do nível de satisfação dos clientes de imóveis residenciais.** 1997. 158f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 1997.

JOHN, V.M. **Avaliação da durabilidade de materiais, componentes e edificações:** emprego de índice de degradação. 1987. 158f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 1987.

JURAN, J.M. **A qualidade desde o projeto:** os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. 2 ed. Tradução de Nivaldo Montingelli Jr. São Paulo: Pioneira, 1992, p.221-303. (Coleção Novos Umbrais).

JURAN; J.M.; GRZYNA, F.M. **Controle da qualidade:** componentes básicos da função qualidade. Tradução de Maria Cláudia de Oliveira Santos. São Paulo: McGraw- Hill/Makron, 1991. v. 2.

KERN, A.P.; FORMOSO, C.T. A utilização de curvas de agregação de recursos como ferramenta de integração dos diferentes setores de uma empresa de construção civil na gestão de custos. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO/ENEGEP, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2002.

KOTLER, P. **Administração e marketing:** análise, planejamento, implementação e controle. São Paulo: Atlas, 1994.

_____. **Marketing para o século XXI:** como criar, conquistar e dominar mercados. São Paulo: Futura, 1999.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na**

arquitetura. São Paulo: PW Editores, 1997.

LUCINI, H.C. **Desenvolvimento de novos sistemas construtivos** (Estudo de caso). 1984. 240f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

MACHADO, S.L. **Sistemática da concepção e desenvolvimento de projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural.** 1999. 198f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 1999.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 294f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELHADO, S.B.; AGOPYAN, V. **O conceito de projeto na construção de edifícios:** diretrizes para sua elaboração e controle. São Paulo, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP-BT/PCC/139. 1995.

MELHADO, S.B.; VIOLANI, M.F. **Qualidade na construção civil e o projeto de edifícios.** Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, EPUSP, São Paulo, 1992.

MESQUITA, M.J.M.; MELHADO, S.B. Relação entre a atividade de projeto e o desenvolvimento da tecnologia na construção de edifícios: inserção do Valor Tecnológico nos Sistemas de Gestão da Qualidade. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. **Anais...** (CD-ROM), São Carlos, 2001.

MORITA, H. **Revisão do método de análise hierárquica** – MAH (AHP – Analytic Hierarchy Process). 1998. 129f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

NETO, J.P.B.; FORMOSO, C.T.; FENSTERSEIFER, J.E. O conteúdo da estratégia de produção: uma adaptação para a construção de edificações. In: AMBIENTE CONSTRUÍDO/ANTAC, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2002. v. 2, n. 1, p. 39-52.

OLIVEIRA J.V. **Recomendações para projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. 1992. 263f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 1992.

_____. Sistematização e listagem de fatores que afetam a construtibilidade das alvenarias estruturais. Florianópolis, In: 5TH INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 1994, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1994, p. 417-426.

ORNSTEIN, S. W. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel, EDUSP, 1992.

PALADINI, E.P. **Gestão da qualidade no processo**: a qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo: Editora Atlas, 1995.

PICCHI, F.A. **Sistemas da qualidade**: uso em empresas da construção de edifícios. 1993.462f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 1993.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PORTER, M.E. **Estratégia competitiva**: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

RAMALHO, M.A.; CORRÊA, M.R.S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

REIS, A.T.L. Avaliação de alterações realizadas pelo usuário no projeto original da habitação popular. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO/ANTAC, 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1995, v. 1., p. 319-324.

_____. **Análise dos impactos de implementação de sistemas de gestão de qualidade nos processos de produção de pequenas e médias empresas de construção de edifícios**. 1998. 274f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, EPUSP, São Paulo, 1998.

REZENDE, M.A.P.; BARROS, M.M.S.B.; ABIKO, A.K. Barreiras e facilitadores da inovação tecnológica na produção de habitações populares. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO/ ENTAC, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002, p. 895-904.

ROMAN, H.R.; MUTTI, C.N.; ARAÚJO, H.N. **Construindo em alvenaria estrutural**. Florianópolis: EdUFSC, 1999.

ROSA, F.P. et al. Proposta de uma classificação de perdas na construção civil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO: TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS/ SOLUÇÕES PARA O TERCEIRO MILÊNIO, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1998.

ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: USP/FAU, 1980.

SAATY, T.L. **The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation**. New York: McGraw-Hill, 1980.

_____. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: Makron, 1991.

SABADINI, J.C.S.; SABBATINI, F.H. **Metodologia de análise e seleção de inovações tecnológicas na construção de edifícios**. São Paulo, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP- BT/PCC/370. 2004, 22 p.

SABBATINI, F.H. ; AGOPYAN, V. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos**. São Paulo, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP- BT/PCC/32. 1991, 25 p.

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. 336f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

_____. A atuação da Escola Politécnica no desenvolvimento e na implantação de novas tecnologias construtivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE GESTÃO E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1997, p. 126-144.

_____. **Alvenaria estrutural:** materiais, execução da estrutura e controle tecnológico. Requisitos mínimos a serem atendidos para a solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto a Caixa Econômica Federal. Brasília, 2002. Disponível em: <www.infohab.org.br>. Acesso em: dez. de 2005.

SANTA MARIA. Prefeitura Municipal. **Código de edificações de Santa Maria.** Lei municipal n° 3941/95, Santa Maria, 1995.

SANTOS, D.G.; AMARAL, T.G. Construtibilidade dos projetos de alvenaria estrutural. In: GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2001, p.9-13.

SANTOS, M.D.F. **Caderno didático para curso básico:** alvenaria com blocos de concreto. Associação Brasileira de Cimento Portland. Porto Alegre, 2002.

SILVA, M.A.C. **Metodologia de seleção tecnológica na produção de edificações com o emprego do conceito de custos ao longo da vida útil.** 1996. 339f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, EPUSP, São Paulo, 1996.

_____. Custos, Suprimentos, Planejamento e Controle de Obras. Equação Custo – Desempenho, n° 42. **Revista Construção Mercado**, São Paulo, SP, Editora Pini, p. 45, 2005a.

_____. Custos, Suprimentos, Planejamento e Controle de Obras. Equação Necessária, n° 43. **Revista Construção Mercado**, São Paulo, SP, Editora Pini, p.26-32, 2005b.

SILVA, M.A.C.; SOUZA, R.; MENEZES, M.A. metodologia para seleção de sistemas construtivos inovadores: aplicação da prática no núcleo experimental do município de Cubatão. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO/ANTAC, AVANÇOS EM TECNOLOGIA E GESTÃO DA PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES, 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1993, v. 1, p. 349-358.

SOUZA, A.L.R.S.; MACIEL, L.L.; MELHADO, S.B. O processo de projeto dos edifícios. (S.l.). **Anais eletrônicos...** Disponível em: <www.infohab.org.br>. Acesso em Fevereiro/ 2005, p. 617-625.

SOUZA, R. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte.** 1997, São Paulo. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São

Paulo, 1997.

SZÜCS, C.P. Habitação social: alternativas para um terceiro milênio. In: IV SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DA REDE CYTED XIV.C - Capacitação e Transferência de Tecnologia para Habitação de Interesse Social - Em Busca de Novas Estratégias, 2002, São Paulo. **Anais...**, São Paulo, 2002, p. 147-152.

THOMAZ, E.; HELENE, P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenaria de vedação em edifícios**. São Paulo, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP-BT/PCC/252. 2000.

VARGAS, H.G. **Disenando y construyendo com albanileria**. Lima: Editora Promo Grupo, 1987.

_____. **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo: Alfa-Ômega, 1994. p.171-286.

ZECHMEISTER, D.; DUARTE, R.B. Uma proposta para unidades modulares em alvenaria estrutural. In: XXXI JORNADAS SUD-AMERICANAS DE INGENIERIA ESTRUCTURAL, 2004, Mendoza. **Anais...** Mendoza, 2004.

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



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC**

Questionário de avaliação dos itens observados na seleção tecnológica para o sistema estrutural de alvenaria estrutural

Entrevistador: Fabiane Tambara

Entrevistado:

Empresa:

Data:

Seleção tecnológica....

- 1) Em sua empresa, quem costuma decidir o sistema estrutural que será utilizado em determinado empreendimento?
- 2) Quais as principais motivações pelas quais decidiu-se partir para uma nova tecnologia construtiva, no caso a alvenaria estrutural?
- 3) Como surge a necessidade de mudança de tecnologia?
- 4) Como selecionam e justificam as novas tecnologias?
- 5) A inovação (introdução da nova tecnologia) é induzida pelas metas da empresa, necessidades internas, agentes externos ou acontece somente quando o ambiente permite?
- 6) Como aconteceu a inserção deste sistema estrutural na empresa (conhecimento tecnológico, aspectos organizacionais,...)?
- 7) Quais foram as principais dificuldades encontradas para implantação do novo sistema, no caso da alvenaria estrutural?
- 8) Como são tratadas as incertezas na adoção de novas tecnologias?

Alvenaria estrutural...

- 9) Existe alguma referência utilizada (ou é de caráter empírico) relacionada com custos de uma obra em alvenaria estrutural?
- 10) Existe alguma preocupação com a satisfação do usuário em relação a este tipo de sistema estrutural, em caso positivo, quais e de que forma é aplicado?
- 11) Quanto à manutenção e limitações do produto, existem recomendações passadas aos usuários?
- 12) Em relação às patologias da alvenaria, existe uma rastreabilidade de suas causas, se positivo, quais as mais freqüentes?

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)