

**PATRICIA RODRIGUES BALBIO DE LIMA**

**CONSIDERAÇÃO DO PROJETO NO DESEMPENHO DOS SISTEMAS  
CONSTRUTIVOS E QUALIDADE DA EDIFICAÇÃO – PROPOSIÇÃO DE UM  
MODELO DE BANCO DE DADOS**

**Orientador: Eduardo Chahud  
Co-orientadora: Maria Teresa Paulino Aguilar**

**Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Engenharia  
Departamento de Engenharia de Estruturas  
Belo Horizonte - Minas gerais  
2005**

## DEDICATÓRIA

À todos que amo e participam da minha vida:  
meus pais Claudete e Vanderlei,  
meu namorado César Augustus,  
minha avó Lourdes, minha tia Edith e  
meu irmão Ricardo.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Eduardo Chahud,  
pela amizade, auxílio e incentivo, seu apoio foi fundamental para a realização deste trabalho.

A Prof. Dra. Maria Teresa Paulino Aguilar,  
pelos ensinamentos, sugestões e por me indicar o caminho.

Aos profissionais da URBEL,  
que possibilitaram o desenvolvimento deste trabalho, em especial ao Eng. Dirceu por sua disponibilidade em me auxiliar.

Ao Eng. Whesley Uelder Pereira,  
pela colaboração e auxílio.

Ao Vinícius Soares de Sousa,  
pelo grande apoio dado durante todo o decorrer do curso e principalmente ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia das Estruturas,  
pela contribuição e apoio à realização deste trabalho.

Aos colegas do curso,  
pela constante amizade e força nos momentos difíceis, em especial a Gleidismar pelo seu incentivo.

## SUMÁRIO

<b>Lista de figuras.....</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de tabelas.....</b>	<b>ix</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>x</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xi</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>12</b>
<b>2 Objetivo.....</b>	<b>19</b>
<b>3 Revisão bibliográfica.....</b>	<b>20</b>
3.1 Definição básica de parâmetros utilizados na construção civil.....	20
3.2 Desempenho.....	22
3.2.1 Conceito de desempenho.....	25
3.2.2 Avaliação de desempenho.....	26
3.3 Projeto.....	27
3.3.1 Conceito de projeto.....	29
3.3.2 Processo de projeto na construção de edifícios.....	33
3.3.3 Compatibilização de projetos.....	35
3.3.4 Sistemas construtivos racionalizados.....	37
3.3.5 Construtibilidade.....	40
3.3.6 Coordenação de projetos.....	41
3.4 Qualidade.....	44
3.4.1 Conceito de qualidade.....	46
3.4.2 Qualidade do projeto.....	50
3.4.3 Sistemas de gestão e métodos de controle da qualidade.....	55
3.4.3.1 Normas série NBR ISO 9000.....	62
3.4.3.2 Controle Total da Qualidade (TQC).....	69
3.4.3.3 Ferramentas de Análise de Falhas.....	75
3.4.3.4 Avaliação Pós-Ocupação (APO).....	82
<b>4 Proposta Metodológica de Sistematização das Soluções Técnicas e Desenvolvimento de Projetos.....</b>	<b>84</b>
4.1 Definição das informações necessárias no processo de projeto.....	88

4.1.1	Programa de necessidades.....	88
4.1.2	Requisitos e critérios de desempenho.....	90
4.1.3	Seleção Tecnológica.....	92
4.1.4	Projetos para a produção.....	93
4.1.5	Padronização e estudo das soluções construtivas de projeto.....	95
4.1.6	Diagnóstico de falhas no projeto.....	96
4.1.7	Registro e análise das Patologias.....	97
4.2	Planificação das atividades e componentes da metodologia.....	97
4.2.1	Planilhas do processo de projeto.....	102
4.2.2	Organização da informação.....	106
5	<b>Estudo de caso.....</b>	110
5.1	O Projeto.....	111
5.2	Análise e diagnóstico das falhas construtivas.....	112
5.2.1	Ausência de detalhes construtivos.....	112
5.2.2	Detalhamento inadequado do projeto.....	114
5.2.3	Ausência de coordenação dimensional.....	118
5.2.4	Especificação falha dos serviços.....	119
5.2.5	Incompatibilidade entre os diferentes projetos.....	121
5.2.6	Soluções técnicas inadequadas.....	121
5.3	Análise e estudo de soluções construtivas.....	124
6	<b>Aplicação da metodologia proposta para sistematização da informação no desenvolvimento de projetos em alvenaria estrutural.....</b>	128
7	<b>Conclusões.....</b>	137
8	<b>Comentário Final.....</b>	140
9	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	141
	<b>Apêndice A.....</b>	152
	<b>Apêndice B.....</b>	173

## Lista de Figuras

3.1	Estrutura da Norma de Desempenho.....	23
3.2	Mapa rodoviário do planejamento da qualidade.....	31
3.3	Influência da tecnologia e racionalização no processo construtivo.....	32
3.4	O processo de projeto segundo a ótica da gestão de qualidade.....	34
3.5	Esquema da produção dos projetos.....	35
3.6	Processo de geração de projetos de obras: forma coordenada e simultânea.	36
3.7	Coordenação de projetos.....	42
3.8	Ciclo da qualidade no setor da construção.....	45
3.9	Diagrama conceitual para definição de qualidade.....	46
3.10	Montagem do sistema da qualidade pela empresa.....	56
3.11	Método de resolução de problemas e melhoria de processos.....	61
3.12	Ciclo PDCA.....	66
3.13	Caracterização de um processo por meio do diagrama de causa e efeito.....	71
3.14	Ciclo PDCA de controle de processos.....	71
3.15	As oito etapas do planejamento da qualidade.....	72
3.16	As oito etapas do planejamento da qualidade.....	73
3.17	Exemplo de um modelo conceitual do QFD.....	74
3.18	Exemplo de um modelo conceitual da Matriz da Qualidade.....	74
3.19	As ferramentas FTA e FMEA.....	76
3.20	Exemplo de aplicação da FMEA.....	77
3.21	Exemplo de aplicação da FTA.....	78
3.22	Esquema da APO.....	83
4.1	Estruturação do trabalho.....	86
4.2	Diagrama do processo de projeto.....	101
4.3	Planilhas genéricas do planejamento.....	103
4.4	Planilhas Seleção Tecnológica.....	104
4.5	Planilha Projeto: estudo tecnológico.....	105
4.6	Planilha Controle: registro de falhas e patologias.....	106

5.1	Embutimento das instalações hidráulicas.....	113
5.2	Fissura provocada pela retração da alvenaria, em seção enfraquecida pela presença de tubulação.....	113
5.3	Corte BB, projeto original.....	114
5.4	Detalhe de reforço de janelas/ portas, projeto original.....	115
5.5	Detalhe de reforço de janelas/portas, verga e contraverga. Forma como ficaria o detalhe projetado “in loco”.....	115
5.6	Formas como as vergas e contra-vergas foram executadas.....	116
5.7	Execução das vergas.....	116
5.8	Utilização de tijolos maciços nas vergas.....	117
5.9	Fissuração típica em parede com presença de aberturas, devido à atuação de carga uniformemente distribuída.....	117
5.10	Execução das alvenarias, ajuste dimensional da altura.....	118
5.11	A figura A mostra como a verga e contraverga foram projetadas, a figura B mostra como foram executadas.....	119
5.12	Execução da contraverga.....	119
5.13	Forma da laje de fundação e corte AA.....	122
5.14	Polimento do radier.....	123
5.15	Fissura horizontal na base da alvenaria por movimentações higroscópicas diferenciadas.....	123
5.16	Detalhe de verga com blocos canaleta de 9x19x19cm.....	125
5.17	Detalhe de verga pré-moldada de concreto sobre a abertura da porta.....	125
5.18	Detalhe de abertura da janela empregando-se quadro pré-moldado e blocos canaletas de 9x19x19cm.....	126
5.19	Blocos especiais para passagem de tubulação hidro-sanitária (blocos hidráulicos).....	127
6.1	Esquema de estruturação do banco de dados.....	130
6.2	Tela de cadastro de elementos.....	130
6.3	Tela de cadastro de patologias.....	131
6.4	Tela de cadastro de etapas do projeto relacionadas ao elemento.....	131
6.5	Tela de cadastro dos tipos de características dos componentes.....	132

6.6	Tela de cadastro de componentes – características.....	133
6.7	Tela de cadastro de componentes – normalização técnica.....	133
6.8	Tela de cadastro de componentes - ficha de soluções construtivas.....	134
6.9	Tela de cadastro de componentes - ficha de diagnóstico.....	135
6.10	Tela de cadastro de sub-componentes – características.....	136
6.11	Tela de cadastro de sub-componentes – ficha de soluções construtivas.....	136

**Lista de Tabelas**

3.1	Exemplo de planejamento do produto.....	39
3.2	As três ações gerenciais do controle da qualidade no processo de geração do produto.....	70
3.3	Lista de análise de problemas relativos aos projetos.....	79
3.4	Método para análise e melhoria de processos , MAMP.....	80
3.5	Exemplo de roteiro para resolução de problemas.....	81
4.1	Agentes atuantes na edificação.....	91
4.2	Falhas típicas de projetos apontadas por empresas construtoras.....	96
4.3	Exemplo de matriz para as características dos componentes.....	106
4.4	Exemplo de matriz para a normalização técnica.....	107
4.5	Exemplo de matriz para projetos voltados à produção.....	108
4.6	Exemplo de matriz de patologias que podem ocorrer na construção civil relacionadas às etapas de projeto.....	109

## RESUMO

Dentre os vários fatores que dificultam o desenvolvimento da construção civil em nosso país cabe ressaltar o projeto. Visto que muito vem sendo realizado no sentido de controlar a fabricação dos componentes construtivos e execução da obra, percebe-se, no entanto, que dentro do ciclo da produção a mesma importância não é dada ao projeto, ao controle de sua qualidade e sua relação com o desempenho da edificação. O desempenho de uma edificação está relacionado com seu comportamento em uso e ao atendimento das necessidades dos usuários. O desempenho em uso é facilmente percebido e avaliado pela ocorrência de problemas patológicos. Estudos apontam a fase de concepção de projetos como maior responsável pelo surgimento dessas patologias, além disso, a qualidade do projeto é fator fundamental para se atingir a qualidade da edificação. A grande competitividade enfrentada por empresas da construção civil tornou necessário o gerenciamento mais eficiente de seus projetos como forma de redução de desperdícios, tanto de material como de tempo. No entanto, a qualidade de um projeto vai além da gestão gerencial como forma de manter os parâmetros de qualidade, construtibilidade, produtividade, custos e riscos. A base de desenvolvimento de um projeto com qualidade deve ser o conhecimento técnico dos projetistas e a aplicação correta das tecnologias construtivas disponíveis no mercado. Nesse contexto se percebe também a importância da gestão tecnológica, visto que o número de materiais e técnicas construtivas cresce continuamente. Uma ferramenta eficiente para gerenciamento e controle de dados é o sistema de informação. Seu uso possibilita a planificação e ordenamento dos dados necessários ao atendimento dos requisitos e critérios de desempenho previamente definidos. No presente trabalho é proposto um modelo de banco de dados visando formar uma memória técnica e o compartilhamento de experiências. Esse sistema aborda principalmente componentes e elementos construtivos sob a forma de suas patologias, parâmetros técnicos e construtivos. Os princípios envolvidos na elaboração da proposta incorpora os conceitos de projeto do produto, projeto do processo, racionalização e construtibilidade.

## **ABSTRACT**

Many factors represent hurdles to the development of buildings in our country. Among them the project plays an important role. Even though some actions have been taken to control and improve the quality of building materials, the project itself hasn't drawn appropriate attention regarding its quality and relationship with functional expectancy. The building performance must be according to its use in practice and match the users' necessities. The performance in practice is easily evaluated by the occurrence of building pathologies. Studies have shown that the stage of project conception is the most important variable in the occurrence of these pathologies. In addition, the project quality is fundamental to achieve high quality buildings. Due to fierce competition in building industry it is necessary to improve the project management in order to avoid the waste of material and save time. However, appropriated management activity alone is not enough to guarantee high quality and to decrease costs and risks. A high quality project development is based on technical knowledge of the designers and the correct use of building technologies available for constructors. In this context it is also important to be aware of the growing number of new building materials and techniques. An efficient tool for management and data control is the information system that allows a better planning to achieve the performance criteria previously defined. This study aims to demonstrate a model whose data allow us to create a system of technical memory and to share experiences. This system deals mainly with building components and elements regarding their pathologies and technical features. The principles involved in the elaboration of the proposed system included concepts like design of product, design of process, rationalization and building.

# 1

## INTRODUÇÃO

A instabilidade econômica e social do nosso país nas últimas décadas, contribuiu para o aumento do déficit habitacional e para as precárias condições de habitação a que estão submetidas uma grande parcela da população. A moradia é, sem dúvida, uma das questões sociais mais graves em nosso país. Frente a demanda crescente por habitações, verifica-se no sub-setor de edificações uma série de características que o torna ineficiente em relação a produtividade, desempenho e qualidade dos produtos.

A problemática da habitação está relacionada à consideração dos seguintes parâmetros: quantidade, qualidade, custo e durabilidade. A quantidade diz respeito ao déficit habitacional. A qualidade abrange outros conceitos como desempenho e construtibilidade além de estar diretamente relacionado com custo e durabilidade.

A definição dos parâmetros custo e durabilidade envolve aspectos como o tempo e a consideração da edificação como um produto, que deve responder tanto por suas partes integrantes como também pelo seu conjunto.

Segundo ROSSO (1980) “dominar custos não significa apenas saber orçar o projeto, uma construção, mas conseguir avaliar o desempenho dos materiais e dos componentes assim como o ônus da conservação, da manutenção e da operação de uma edificação durante a vida útil. Isso implica o conhecimento da durabilidade da edificação nas suas partes e no seu todo”. Dessa forma, o autor define o custo global como a soma das despesas geradas na concepção, produção e utilização, cujos componentes são:

- custos de concepção: pesquisas (novas soluções, materiais, etc.), levantamentos e projeto;
- custos de produção: terreno, pesquisas (materiais, processos, equipamentos, etc.), construção, urbanização, infra-estrutura e serviços, e administrativos;
- custos de utilização: manutenção, conservação, administração e operação dos equipamentos coletivos e individuais.

A durabilidade se configura tanto na capacidade dos materiais, dos componentes e sistemas construtivos aplicados persistirem no tempo e assim dotar a edificação como um todo de resistência física, quanto também atender a requisitos de flexibilidade, ou seja, a sua capacidade de se adaptar a novas exigências e configurações do espaço, e não se tornar um objeto obsoleto.

A partir da segunda metade dos anos setenta e início dos anos oitenta, teve início a construção dos grandes conjuntos habitacionais no Brasil. Procurou-se utilizar sistemas construtivos inovadores visando encontrar alternativas para o aumento dos níveis de produção e produtividade no setor da construção civil. Com a aplicação dos processos inovadores, procurava-se construir um grande número de habitações no menor tempo possível e buscava-se ao mesmo tempo a redução dos custos de construção, muitas vezes em prejuízo de quaisquer outras características, como conforto e durabilidade (FRANCO,1992).

Atualmente o cenário da construção civil tende a se alterar diante da grande competitividade existente no mercado e da crescente exigência dos consumidores quanto a qualidade das edificações aliada à redução de custos. Verifica-se que as empresas construtoras tem procurado adequar suas estratégias procurando incrementar o

nível de eficiência tanto dos processo de produção, objetivando o incremento de produtividade, quanto dos produtos elaborados.

Segundo FRANCO (1992) “o debate sobre o incremento de eficiência e competitividade gira em torno da implantação de modernas teorias de gestão da qualidade”, cuja dificuldade de implantação é reflexo do próprio perfil da indústria da construção como é apontado por VANNI (1999):

- “diversidade dos intervenientes nas várias fases do processo de construção;
- grande dispersão das obras agravada, na maioria dos casos, pela pequena produção em série;
- carácter itinerante da indústria da construção com sucessivas mudanças de canteiro, tipo de obra e de pessoal (turn over);
- variedade de materiais, componentes e tecnologias utilizados, bem como dos respectivos fornecedores”.

Verifica-se que o número de materiais e técnicas construtivas cresce continuamente, no que CALAVERA (1991) apud THOMAZ (2001) denomina ser a “crise do conhecimento”. Segundo a análise de THOMAZ (2001) “o projetista, na sua área específica, deve adquirir conhecimentos gerais sobre patologias, fenômenos degressivos e durabilidade dos materiais; além disso, deve ter noções gerais de construtibilidade, interações entre as partes da construção, funcionamento e qualidade global da obra. Tais requisitos exigem, dentre outras coisas, continuada reciclagem técnica e persistente acompanhamento das obras”.

Segundo ROSSO (1980) a partir da revolução industrial o processo de edificação se fracionou em duas partes: concepção e execução, quando foi rompida a sua unidade original e estimulada a sua especialização profissional. A consequência, que pode ser facilmente percebida nos dias atuais, é um baixo rendimento operacional da indústria da construção, fato que pode ser atribuído a

- dispersão e independência nas decisões;
- descontinuidade e fragmentação na produção;
- baixa produtividade da mão-de-obra e elevado desperdício de materiais.

Segundo VANNI (1999) na medida em que o projeto e a execução têm tratamento dissociado e distinto percebe-se que os erros ocasionados por falhas de projeto fazem parte da rotina da maioria das construtoras e, como consequência, observa-se a ocorrência de desperdícios de materiais e a execução de tarefas desnecessárias.

A qualidade da construção depende essencialmente da qualidade do projeto. Pesquisas apontam o projeto como principal causador de falhas. A agência francesa QUALIFORM (“clube da qualidade” onde são reunidos construtores, projetistas, fabricantes de materiais e companhias seguradoras) citada por THOMAZ (2001), com base em levantamentos realizados na década de 80 apontou como fontes de patologias as seguintes estatísticas:

- 42% são falhas decorrentes dos projetos;
- 24% são falhas resultantes dos processos de construção;
- 17% são falhas atribuídas aos materiais;
- 10% são falhas referentes ao uso indevido das obras;
- 7% são falhas atribuídas a outras causa como acidentes, erosão , etc.

Entendendo que para realização da pesquisa apresentada são denominadas “falhas de projeto” as operações de construção que foram mal executadas por falta de detalhamento, omissões ou equívocos dos projetos relativos aos materiais e técnicas construtivas (THOMAZ, 2001).

Na origem das falhas ocasionadas por projetos, VANNI (1999) destaca também problemas como projetos incompletos, incompatíveis e sem coordenação, erros na especificação de materiais, falta de detalhamento, de padronização e construtibilidade. Estes fatos diminuem a lucratividade do setor e impendem seu avanço e modernização, THOMAZ (2001) aponta ainda outros fatores que dificultam o desenvolvimento da construção em nosso país:

- “estrutura familiar de muitas empresas dificulta a efetiva gestão empresarial do negócio (estrutura de marketing, informatização, avaliação efetiva de custos);

- visão sectária pelos construtores dos temas “tecnologia”, “planejamento”, “qualidade”, “engenharia do valor”; o tema “gestão da qualidade” é visto por muitos empresários da construção como despesa e não como investimento;
- falta de retroalimentação de projetos e processos com a experiência real da obra, tendendo-se na maioria das vezes a dissimular erros, buscar-se evasivas para as patologias, recorrer-se às leis jurídicas em substituição às leis da física;
- falta de realimentação técnica com base na análise de problemas patológicos (dentro do setor e até dentro de uma mesma empresa, onde erros cometidos numa obra repetem-se no espaço e no tempo);
- insuficiência de canais formais e eficientes de comunicação entre fabricantes de materiais, projetistas e construtores; entre equipes de uma mesma obra, esses canais às vezes chegam a ser precários;
- não temos na construção, como regra geral e em qualquer nível ou função, a cultura da qualidade”.

Tais observações indicam a necessidade de uma gestão empresarial centralizada para que possa ser realizado o controle eficiente do processo construtivo. CINTRA e AMORIM (2000) confirmam a tendência das empresas de procurarem na gestão empresarial uma forma de se manter os parâmetros qualidade, produtividade, custos e riscos previamente definidos.

THOMAZ (2001) afirma, entretanto, que os processos de gestão gerencial e gestão tecnológica devem caminhar juntos, uma vez que na construção civil o número de variáveis e imponderáveis sobrepuja aqueles verificados na maioria das indústrias seriadas.

A compatibilização e otimização de todos esses aspectos realça o papel do projeto e da sua coordenação no processo de racionalização e gestão da construção. A coordenação de projetos visa principalmente diminuir os desperdícios e retrabalhos, otimizando todos os recursos disponíveis para realização do empreendimento. Especial atenção deve ser dada para a compatibilização entre os diversos projetos e entre o projeto e a execução.

Por fim, a necessidade de se controlar as variáveis do processo construtivo não pode ser fator de restrição do processo criativo. A casa, a habitação, a edificação tem conceitos diferenciados que distingue a construção, bem imóvel necessário a vida humana como necessidade básica, da sua porção mais simbólica de lar, seu papel social, representado pela satisfação da necessidade humana.

THOMAZ (2001) defende o desenvolvimento simultâneo dos diferentes projetos necessários a uma construção, com o objetivo de obter a melhor solução estética, funcional, técnica e econômica. Dentro dessa visão se torna necessária a compatibilização de projetos, além da atividade de revisão (design review), onde a principal tarefa consta do estudo e análise das interferências que um projeto causa sobre outro quando da execução, tais como os projetos arquitetônico, estrutural e de instalações prediais.

O desenvolvimento de novos sistemas construtivos aliados a utilização de materiais não-convencionais de construção, bem como o frequente aparecimento de problemas patológicos dos mais diversos tipos, e a necessidade de haver maior articulação entre projetos e entre projeto e execução nos mostra a necessidade de uma estância que seja responsável por coordenar e gerenciar as informações, além de verificar a aptidão das mesmas em atender as demandas sociais e técnicas principalmente quanto ao custo e qualidade.

Atualmente se verifica a importância da tecnologia da informação. A estrutura de informações dentro de uma empresa serve de suporte às decisões do empreendimento. Quanto mais organizada e completa as informações que alimentam o processo de projeto mais fácil se torna a análise de possibilidades de solução para as variáveis propostas, sem perder o foco de atendimento às exigências dos usuários e às expectativas do empreendimento.

Apesar da sua reconhecida aplicação nas empresas de construção, que se estende desde a elaboração do projeto ao controle da obra, GRILO e MELHADO (2003b) destacam que o seu uso está aquém do necessário e do permitido, “com frequência, os

documentos são gerenciados manualmente, dificultando o armazenamento, a indexação, a rastreabilidade e a extração das informações”.

A medida que os projetos forem evoluindo, com a absorção de novas tecnologias o seu acompanhamento também deve se aprimorar, pois aumenta a quantidade e complexidade das decisões a serem tomadas. Dentro da empresa ocorre, então, um processo dinâmico de informação/decisão/ação que se utiliza de certos procedimentos a fim de alcançar o objetivo proposto do projeto. Assim torna-se necessário a adoção por parte da empresa de um sistema de informação, numa estrutura gerencial, que seja eficaz e coerente, como meio para que ela atinja seus objetivos (CINTRA e AMORIM, 2000).

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta um procedimento de gerenciamento de informações referente às tecnologias construtivas e as soluções de projeto. Estas informações alimentarão um banco de dados que tem por objetivo diminuir a ocorrência de falhas e imprimir maior rapidez e confiabilidade nas decisões de caráter tecnológico tomadas por empresas de projeto.

Tem como base fundamentos teóricos levantados nas bibliografias técnicas especializadas e contrapõe-se com a pesquisa de campo. Esse trabalho não teve por finalidade o levantamento estatístico das falhas originadas no projeto, mas sim a análise qualitativa das soluções adotadas na construção que foram ou deveriam ter sido pensadas na etapa de projeto, e das variáveis que nele interferiram podendo gerar problemas relativos a fissuras, umidade e outros, ou mesmo perda da produtividade e desempenho dos sistemas construtivos e da edificação como um todo.

# 2

## OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é a construção de um modelo de banco de dados que auxilie no gerenciamento tecnológico. O sistema proposto é uma ferramenta dentro da Gestão de Projetos voltada à definição dos sistemas construtivos e seleção tecnológica, com vistas a evitar a ocorrência de patologias congênitas e incrementar o desempenho e qualidade tanto dos sistemas construtivos como do produto/edificação.

Para atingir o objetivo acima, deve-se ressaltar os seguintes objetivos específicos:

- discutir a importância do planejamento e do projeto dentro da construção civil avaliando sua contribuição para a qualidade e desempenho das edificações;
- analisar as soluções construtivas sugeridas em um projeto de alvenaria estrutural com relação aos conceitos de racionalização e construtibilidade;
- verificar a ocorrência de falhas oriundas de projeto durante a execução de uma obra e a possibilidade de manifestação patológica;
- sugerir um procedimento de desenvolvimento de projetos evidenciando a necessidade das atividades de gerenciamento e retroalimentação com informações das etapas de execução e uso.

# 3

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é feita uma revisão dos conceitos inerentes à construção de edifícios e também à sua qualidade e ao desempenho, estabelecendo-se relações entre os mesmos e suas considerações na etapa de projeto, focalizando o planejamento do produto e do processo. Para tanto detalhou-se os conceitos ligados ao desempenho, projeto e qualidade, para destacar os vários aspectos comuns destes que levaram a gestão de projetos a servir de base para a otimização dos recursos, tanto materiais quanto financeiros, através da organização, gerenciamento e utilização de técnicas adequadas à melhoria da qualidade e ao acréscimo da produtividade.

### 3.1 Definição básica de parâmetros utilizados na construção civil

O conceito de sistema construtivo se confunde por vezes com as definições de técnicas, métodos e processos construtivos. Também o entendimento de componente e elemento ou sub-sistema se torna necessário para a melhor compreensão deste trabalho.

Para os conceitos de técnica, método, processo e sistema construtivo serão utilizadas as definições propostas por SABBATINI (1989) apud FRANCO (1983) cujo entendimento

unívoco, este último autor, enfatiza ser de fundamental importância por todos os profissionais empenhados no aprimoramento da atividade construtiva.

O conceito de componente e elemento é definido pelo Projeto 02:136.01.001:2002 – “Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos gerais” como se segue:

#### A. Componente

“Produto que integra determinado elemento ou subsistema da edificação, com forma definida e destinado a cumprir funções específicas (porta, telha, componente de alvenaria, etc.)”;

#### B. Elemento ou Sub-sistema

“Produto que corresponde a uma parte complexa da edificação, destinado a cumprir um conjunto amplo de funções e atender simultaneamente a diversas exigências dos usuários (fachadas, cobertura, estrutura, divisórias internas, etc.). Geralmente constituído por um conjunto de componentes e/ou de materiais”;

#### C. Técnica construtiva

“Conjunto de operações empregadas por um particular ofício para produzir parte de uma construção”;

#### D. Método construtivo

“Conjunto de técnicas construtivas independentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação”.

#### E. Processo Construtivo

“Um organizado e bem definido modo de se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizados na construção da estrutura e das vedações do edifício (invólucro)”;

#### F. Sistema Construtivo

“Um processo construtivo de elevado nível de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados completamente integrados pelo processo”;

### **3.2 Desempenho**

No mercado da construção civil é percebido o grande aumento de produtos e novas tecnologias. No entanto, apesar da existência de várias normas prescritivas (especificações, procedimentos de cálculo e execução, métodos de ensaio) específicas para determinados componentes e elementos construtivos exatamente definidos, há, hoje, carência por uma norma que avalie sistematicamente o desempenho dos sistemas construtivos e da construção como um todo, e que permita a avaliação qualitativa e quantitativa também das inovações tecnológicas.

CARLO (2003) enfatiza a falta de normas balizadoras de desempenho no Brasil, cujas construções priorizam, na maioria das vezes, aspectos como prazos e custos em detrimento da qualidade. As normas de desempenho devem estabelecer parâmetros para controle das respostas que um produto (entendido como o edifício e suas partes) deve apresentar, possibilitando a verificação da real eficiência técnica e também econômica das tecnologias utilizadas.

Atualmente vem sendo discutida a primeira norma de desempenho de edificações habitacionais, que pretende eliminar ou minimizar mecanismos viciados como análises técnicas superficiais, exigências tecnicamente infundadas, preconceitos e interpretações subjetivas, respeitando as características regionais e estabelecendo uma sistemática de avaliação de tecnologias e sistemas construtivos de habitações.

A proposta da norma de desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos é voltada principalmente para os processos e tecnologias inovadores, contudo pode ser aplicada também para as tecnologias tradicionais de construção, com base em requisitos e critérios de desempenho expressos em normas técnicas brasileiras ABNT/Inmetro.

O principal aspecto relevante na formulação desta norma é o fato de considerar as exigências do usuários na forma de critérios de avaliação, além da perceber a necessidade da compatibilização com a realidade social, econômica e industrial do país, estabelecendo dessa forma critérios de segurança, habitabilidade, higiene e saúde, durabilidade e adequação ambiental. Um outro ponto positivo consiste em incentivar e balizar o desenvolvimento da construção como um produto, onde é avaliado o comportamento final dos sistemas construtivos, independentemente dos seus materiais constituintes e do processo de produção, sem perder no entanto a perspectiva de custo - benefício conforme o esquema apresentado na FIG.3.1.

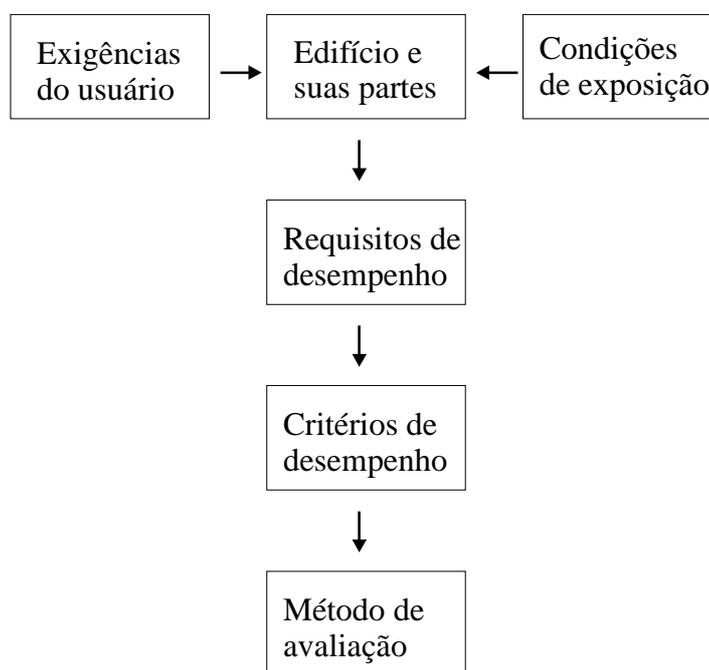


FIGURA 3.1: Estrutura da Norma de Desempenho (REVISTA TÉCNNE, maio de 2004).

O texto proposto pela norma prevê três níveis de desempenho estabelecidos para os diferentes elementos e partes da construção em função das necessidades básicas do consumidor. O desempenho considerado mínimo deve ser obrigatoriamente atendido; já os níveis intermediário e superior considera a possibilidade de maior agregação de qualidade aos produtos, sendo que a cada nível está relacionado um prazo de garantia e vida útil correspondentes.

LEAL (2004) conclui que como “a norma estipula prazos de garantia e vida útil para os sistemas sem entrar no mérito do componente ou material utilizado, a responsabilidade de saber como atingir um dos três níveis previstos e quais os procedimentos de manutenção recai sobre o projetista. Afinal, ele especificou os materiais e componentes, sendo responsável por resolver os problemas das interfaces de forma que o conjunto tenha um desempenho adequado”.

A norma de desempenho vem de encontro à atual necessidade da sociedade. Onde os usuários cada vez mais procuram por produtos de qualidade e conseqüentemente que apresentem um desempenho equivalente e por outro lado a alta competitividade do mercado faz com que as empresas procurem por soluções tecnológicas e econômicas que reflitam à estas expectativas e que acabam por se tornar objetivo do empreendimento.

AQUINO e MELHADO (2003) verificaram que alguns projetos para a produção não são concebidos em função da análise de desempenho do subsistema que está sendo projetado, os projetos são definidos com base em soluções clássicas e na própria experiência do projetista. O autor considera essa questão relevante visto que diversas patologias tem surgido em obras, associado à falta de normalização referente a esse assunto, que dificulta tanto os projetistas, na definição do projeto, quanto às empresas construtoras nessa avaliação.

### 3.2.1 O Conceito de desempenho

FRANCO (1992) adota o conceito de desempenho como o mesmo definido pelo CIB (1975) (“Conseil International du Bâtiment”), ou seja, “o comportamento de um produto em utilização”, observando que a “avaliação *em utilização* vai de encontro ao real funcionamento dos sistemas e portanto ao atendimento das exigências dos usuários”.

O comportamento em uso de um produto deve ser avaliado frente às condições de exposição, consideradas na proposta de Norma de Desempenho (2004) como o “conjunto de ações atuantes sobre a edificação habitacional durante a vida útil de projeto, incluindo cargas gravitacionais, ações externas (clima, solo, ventos, etc.) e as próprias ações resultantes da ocupação (solicitações mecânicas, geração de vapor, utilização controlada do fogo, etc.)”. A vida útil é definida na mesma proposta como o período de tempo durante o qual o produto pode ser utilizado sob condições satisfatórias de segurança, saúde e higiene.

Em confirmação às definições anteriormente expressas ROSSO (1980) apresenta o conceito de vida útil de uma edificação como o “tempo em que conserva inalterada sua efetividade funcional e capacidade de desempenho, isto é, de satisfação das necessidades humanas.” O mesmo autor considera cinco os fatores de obsolescência:

- desgaste no uso;
- deterioração por efeito da ação do meio;
- degeneração ou alteração do meio;
- ineficiência funcional;
- decadência técnica.

A flexibilização do sistema construtivo é fator fundamental para se atribuir uma maior funcionalidade ao espaço construído, e atualmente vem sendo bastante explorada no desenvolvimento de projetos. As formas de se evitar a obsolescência do produto sugeridas por ROSSO (1980) são:

- projetar de forma a antecipar os efeitos do desenvolvimento técnico e das mudanças de necessidade dos usuários;

- projetar para aumentar a vida útil física;
- projetar para vários níveis de utilização, permitindo que o produto possa ser adaptado;
- projetar o produto de maneira a permitir a recuperação e reutilização dos componentes intermediários.

### **3.2.2 Avaliação de desempenho**

O IPT, publicou o documento “Critérios Mínimos de Desempenho para Habitações Térreas de Interesse Social”, como proposta para um debate sobre a futura qualidade da habitação popular e passou a ser adotada também como referência normativa para o texto da proposta de norma de desempenho de edificações da ABNT. Partilhando dos mesmos objetivos do trabalho citado anteriormente, o texto do IPT permitir que os sistemas construtivos sejam selecionados com bases técnicas. A avaliação de desempenho proposta considera as exigências dos usuários e as condições de exposição da habitação como base para a previsão do comportamento potencial do sistema construtivo ao longo de seu uso.

Contudo o trabalho apresentado pelo IPT estabelece as metas que devem ser atingidas pelas habitações frente a seis exigências dos usuários: desempenho estrutural, estanqueidade à água, segurança ao fogo, conforto térmico, conforto acústico e durabilidade, enquadrando os elementos construtivos dentro destas exigências e definindo as bases de um padrão mínimo de uma habitação adequada que corresponda à realidade do país em termos socioeconômicos, ao déficit e à demanda habitacional.

CARNEIRO et al. (1984) explicam que a avaliação de desempenho das edificações produzidas com qualquer sistema construtivo deverá ser condicionada pelos seguintes elementos:

- “exigências humanas: segurança estrutural, ao fogo, à utilização; exigências de estanqueidade, de conforto higrotérmico, atmosféricas, de conforto ambiental (lumínico, acústico, visual, tátil, antropodinâmico), de higiene, de adaptação à utilização, de durabilidade, de economia;

- parâmetros exteriores: elementos do clima (e micro-clima) que intervenham nas trocas térmicas: temperatura do ar, temperatura radiante, umidade do ar, ventos, pluviometria, vegetação, acabamentos exteriores do edifício;
- parâmetros do edifício: parâmetros do projeto arquitetônico (orientação, tamanho, posição e proteção das aberturas, etc.); características térmicas da envolvente do edifício (vedações e cobertura), partições internas;
- coeficiente de habitabilidade: grau de avaliação que qualifica o edifício relacionando os parâmetros acima, hierarquizando-os historicamente (isto é, depende do patamar tecnológico a que se chegou ou se pretende chegar)”.

SOUZA (1988) define a idéia básica da avaliação de desempenho como a previsão do comportamento potencial do edifício, dos seus elementos e componentes, quando submetidos às condições de exposição variáveis no tempo como o clima e condições específicas do local de implantação, avaliando se este comportamento satisfaz às exigências dos usuários, através de expressões qualitativas e quantitativas as quais a habitação deve atender, ou seja, respectivamente, os requisitos e critérios de desempenho.

Concluindo a lógica de avaliação de desempenho, FRANCO (1992) sintetiza serem as exigências dos usuários a base para a definição de requisitos e critérios de desempenho, e por fim, define especificações de desempenho de um edifício “ao conjunto dos requisitos e critérios de desempenho associados a uma forma de avaliação bem definida”.

### **3.3 Projeto**

A etapa de projeto, na construção civil, consiste em uma série de atividades que normalmente são realizadas por uma equipe multidisciplinar gerando um conjunto de desenhos, fluxogramas, cronogramas, especificações e outros tantos documentos necessários à compreensão e execução de uma obra, cuja qualidade está intrinsecamente relacionada à qualidade do projeto.

A grande competitividade enfrentada por empresas da construção civil, tornou necessário o gerenciamento mais eficiente de seus projetos como forma de redução de desperdícios, tanto de material como de tempo.

A questão que se levanta atualmente é como melhorar a qualidade do projeto e dotá-lo de características que estejam em conformidade com a etapa de construção. Entre outras coisas a otimização dos recursos utilizados e disponíveis, a articulação do processo de projeto ao processo de produção, assim como a coordenação de projetos e o estabelecimento de mecanismos de controle e retroalimentação são requisitos relevantes e fundamentais para a adoção de uma política de qualidade no projeto.

A respeito da integração das etapas do processo de projeto VANNI (1999) afirma que os profissionais que desenvolvem cada etapa são responsáveis por tarefas específicas e de apoio para as fases anteriores e posteriores, cujas atividades a autora relaciona da seguinte forma:

- “projeto: definições da forma e objetivo da obra, componentes com funções específicas, materiais e técnicas a serem aplicadas, apresentação de alternativas para redução de custos;
- orçamento: definição dos custos para o projeto, incluindo a possibilidade de avaliação da proposta inicial, com seu responsável técnico, quando surgem problemas com produtos de difícil aquisição e possibilidade de aplicação de técnica alternativa que gere um custo mais adequado para a situação;
- planejamento: análise do projeto como concebido e estudado no orçamento, com finalidade de definir a sequência dos serviços e cronogramas físico-financeiros. Ocorrem nesta fase sugestões para mudanças visando, por exemplo, à substituição de determinada técnica ou material que gere melhor distribuição das atividades no tempo;
- execução: indicação e acompanhamento dos executores das etapas da obra definidas anteriormente”.

ROSSO(1980) afirma que um dos principais problemas de projeto é compatibilizar os vários requisitos, muitas vezes contraditórios. Considera que uma escolha acertada é

fruto de uma decisão racional, onde a racionalidade é entendida como sendo a aplicação mais eficiente de recursos para a obtenção de um produto dotado de maior efetividade possível. E embora as exigências sejam várias, as de caráter econômico têm um peso considerável nesta compatibilização.

### **3.3.1 Conceito de projeto**

THOMAZ (2001) define “projeto” como: “conjunto de desenhos; cálculos; modelagens; memoriais justificativos da concepção, memoriais de construção; quantificações; fluxogramas de atividades; cronogramas; especificações de materiais, equipamentos e processos necessários à perfeita construção da obra e sua manutenção preventiva ao longo da vida útil que lhe foi prevista.”

Muito mais que a formalização do projeto, atrás de sua apresentação devem estar embutidos conceitos e metodologias de desenvolvimento e construção calcados principalmente em um conhecimento tecnológico aprofundado e comprometido com as necessidades atuais da sociedade.

MELHADO apud THOMAZ (2001) cita que “o projeto deve ter seu desenvolvimento conduzido para agregar o máximo de eficiência tecnológica e racionalização construtiva, atendendo aos requisitos de desempenho e funcionalidade da edificação”.

Além dos elementos anteriormente citados FRANCO (1992) assegura que “a boa prática de projeto deve incorporar ainda: os requisitos dos proprietários; os custos incluindo aqueles de utilização; o tempo de execução; a funcionalidade; os requisitos de desempenho; os requisitos da construção e os aspectos de segurança e confiabilidade”.

Em conformidade ao que foi dito, VANNI (1999) considera que “a fase de planejamento e projeto deve envolver o programa de necessidades, soluções quanto às questões de construtibilidade, custos e prazos de execução, padronização do processo, bem como, procedimentos de documentação e arquivos”.

No que tange ao atendimento às necessidades dos clientes, este mesmo autor afirma que “um grande problema apresentado pelos projetistas, é a dificuldade que os clientes tem em expressar, com clareza e segurança seus objetivos e expectativas”.

MESSEGUER (1991) apresenta opinião semelhante “às vezes, o proprietário não sabe o que quer ou está equivocado com respeito ao que realmente necessita. Outras vezes, as exigências do proprietário são contra as leis da física”. Dessa forma cabe ao projetista identificar quais das necessidades colocadas são autênticas.

Uma outra questão a ser observada é a distinção de projeto do produto e projeto de processo. NOVAES (2001a) apresenta o conceito de projeto do produto como algo estático enquanto o projeto do processo pode ser considerado como algo mais dinâmico, como ele mesmo explica: o projeto como produto é “constituído por elementos gráficos e descritivos, ordenados e elaborados de acordo com a linguagem apropriada, destinado a atender às necessidades da etapa de produção”. Enquanto o outro “confere ao projeto um sentido de processo, através do qual as soluções são elaboradas e necessitam ser compatibilizadas”.

O autor conclui ter o projeto um caráter tecnológico e outro gerencial. “Tecnológico, devido as soluções presentes nos detalhamentos dos vários projetos elaborados; e gerencial, pela natureza de seu processo, composto por fases diferenciadas e no qual intervêm um conjunto de participantes; com específicas responsabilidades, quanto as decisões técnicas e econômicas e quanto aos cumprimentos dos prazos”.

Uma definição mais sucinta apresentada por ROSSO (1980) apresenta o projeto do processo como a ação de construir, enquanto o projeto do produto diz respeito ao seu efeito, ao produto que se busca com o projeto.

JURAN (1997) define o projeto de produto como “a atividade de definir as características de produto exigidas para atender as necessidades do cliente”, e projeto do processo como “a atividade de definição dos meios específicos a serem usados pelas forças operacionais para atingir as metas de qualidade do produto”.

O estabelecimento de metas de qualidade é a atividade desenvolvida dentro do planejamento da qualidade, juntamente com o desenvolvimento dos produtos e processos necessários à realização dessas metas. JURAN (1997) desenvolveu uma série de diagramas de entrada e saída incluindo também a atividade de medição, como a generalização do processo de planejamento da qualidade; ao resultado denominou Mapa Rodoviário de Planejamento da Qualidade, conforme FIG.3.2.

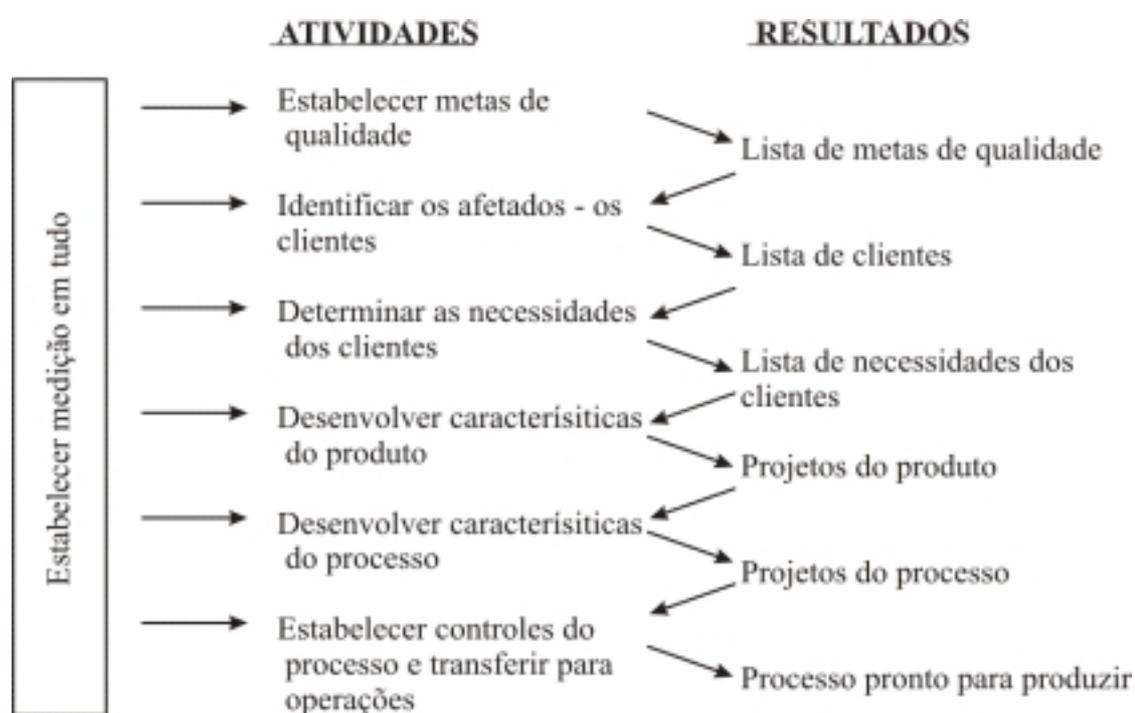


FIGURA 3.2: Mapa rodoviário do planejamento da qualidade (JURAN ,1997).

De toda forma dentro do conceito de projeto está inserido o conceito de planejamento, associado aos conceitos de construtibilidade, racionalização, compatibilização e qualidade.

Segundo MESSEGUER (1991) “planejar significa ordenar previamente os meios para conseguir um objetivo. Implica na previsão de todas as necessidades, exige uma consideração prévia das possíveis falhas que possam se apresentar e uma preparação da

resposta mais adequada para cada uma delas, e é a base fundamental para a obtenção posterior de resultados satisfatórios”.

Para THOMAZ (2001) muito mais que dimensionar equipes, quantificar insumos, programar entregas e orçar, planejar é “selecionar a melhor tecnologia, obter o máximo de racionalização de cada processo, ordenar os processos e as equipes, equacionar as interfaces. A definição de tecnologias, processos e equipamentos influenciam todos os aspectos do processo construtivo conforme FIG.3.3 e repercutem diretamente nos resultados técnicos e financeiros do empreendimento.

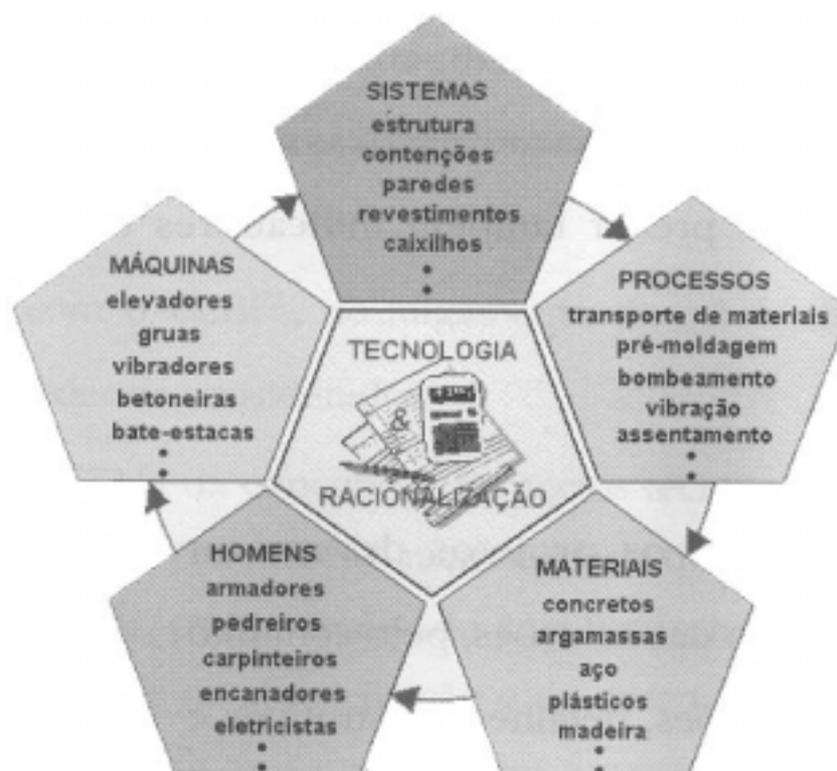


FIGURA 3.3 – Influência da tecnologia e racionalização no processo construtivo (THOMAZ,2001).

### 3.3.2 Processo de projeto na construção de edifícios

Apesar do aumento das iniciativas visando à melhoria dos processos e técnicas de construção, é percebido que no âmbito do processo de projeto existe a carência de uma sistematização que permita o controle da qualidade dos projetos, além da verificação do atendimento à requisitos de desempenho e às exigências dos usuários.

SOUZA (1995) define processo como “um conjunto de atividades predeterminadas feitas para gerar produtos/serviços que atendam às necessidades dos clientes”.

Segundo NOVAES (2001b) “a melhoria da qualidade dos projetos implica na configuração prévia de um conjunto de dados e informações, que subsidie a elaboração dos mesmos e que permita a verificação da conformidade das suas soluções”, o conjunto de projetos elaborados além de propiciar a satisfação de necessidades do empreendimento e da edificação, deve também subsidiar as demais etapas do processo de produção com soluções e especificações técnicas permitindo, assim, melhores níveis de produtividade nos processos e de qualidade nos produtos.

A gestão de projetos é definida por PERALTA E BULLA (2000) como “conjunto sistemático de informações que servem de base para a tomada de decisões relativas a alocação de um certo montante de recursos”. Trata do planejamento e controle de projetos, buscando otimizar além dos recursos, tempos e custos, como é explicado pelos autores: “iniciando com a concepção dos projetos em si, as técnicas incorporadas procuram alcançar controle e otimização no tratamento das três restrições indicadas por Rosenau Jr. (1992), ou seja, o desempenho de suas especificações, no tempo programado, e obedecendo aos custos orçados”.

MELHADO (2000) apresenta a atividade de projeto sob a ótica da gestão de qualidade, entendida neste caso como um “processo que utiliza um conjunto de dados de entrada e que, ao final, deve garantir como dados de saída, um grupo de soluções que respondem às necessidades dos clientes a quem o produto se destina”.

Ele explica que “as necessidades dos clientes devem ser traduzidas em parâmetros, que serão parte integrante dos dados de entrada, e os dados de saída, verificados face aos primeiros, para após passarem para a validação junto aos clientes. As saídas uma vez validadas, devem ser encaminhadas à produção, sendo arquivadas conforme sua configuração inicial, ou após modificações solicitadas pelos clientes ou pela produção. As modificações por sua vez podem ser de dois tipos: modificações do projeto ou modificações do programa, essas ultimas obrigatoriamente resultando da alteração dos dados de entrada iniciais, a qual deve ser devidamente aprovada pelo empreendedor”, conforme mostrada na FIG.3.4.

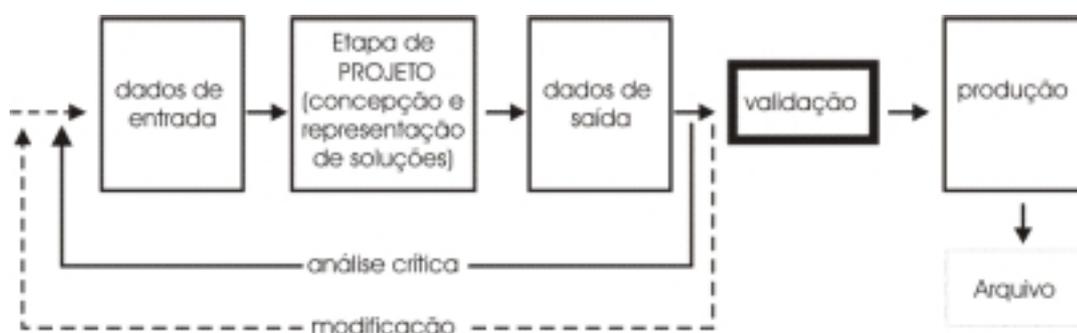


FIGURA 3.4: O processo de projeto segundo a ótica da gestão de qualidade (MELHADO, 2000)

Segundo MELHADO (2000) a validação diz respeito a cada etapa vencida do processo de projeto e não do projeto como um todo, sendo necessário haver uma análise crítica que avalie se as soluções encontradas estão de acordo com as demandas levantadas pelos clientes, o que mais caracteriza a análise crítica é não ser uma verificação do projeto, mas sim um questionamento da qualidade das soluções.

FRANCO (1992) considera que para haver êxito na elaboração do projeto deve-se estabelecer “uma clara definição dos requisitos iniciais associados a uma metodologia eficiente de coordenação, complementada por uma sistemática adequada de controle” (ver FIG.3.5). Explica ainda que “os condicionantes para a elaboração dos projetos podem ter as mais diversas origens, que vão das necessidades físicas e legais da região

em que se situa o empreendimento até a expectativa do empreendedor quanto ao produto”.

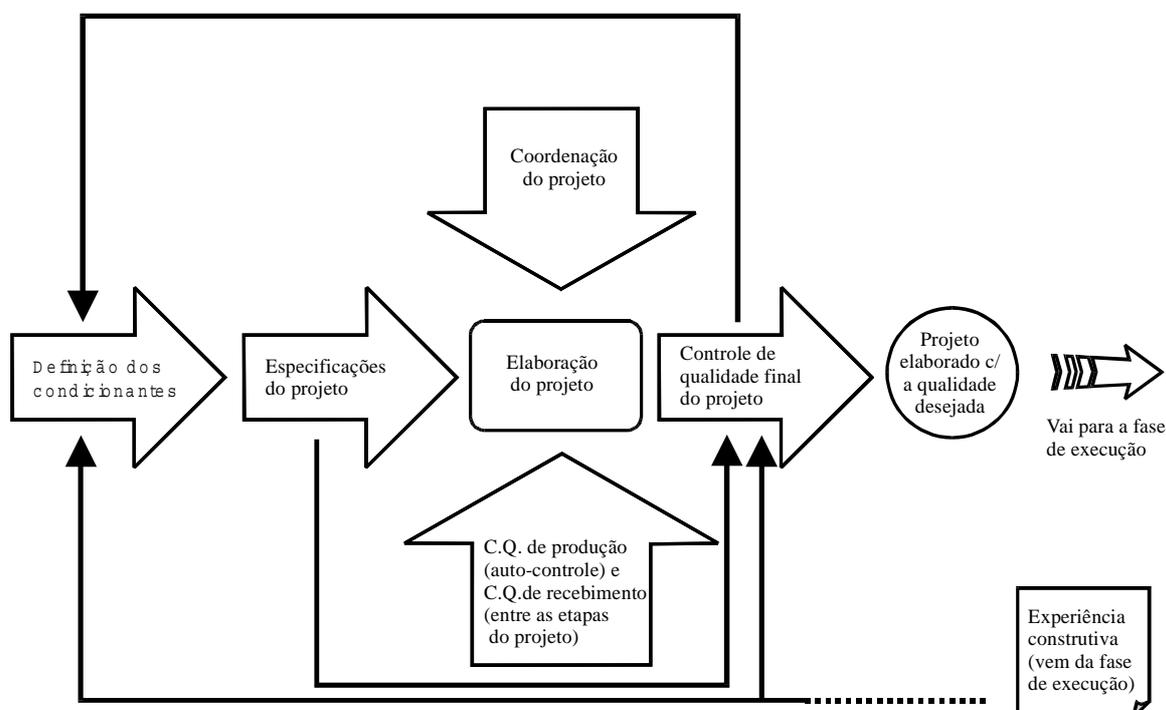


FIGURA 3.5: Esquema da produção dos projetos (FRANCO, 1992)

### 3.3.3 Compatibilização de projetos

O ato de projetar se torna cada vez mais complexo pelo número de variáveis a ser consideradas como: durabilidade, manutenção, funcionalidade, desenvolvimento sustentável, eficiência energética, racionalização, estética além da quantidade de projetos necessários à execução de uma edificação. Essa complexidade tem gerado uma excessiva especialização das atividades e dos projetistas.

FRANCO (1992) alerta para a inexistência de uma instância que coordene os diversos projetos que são produzidos separadamente, além do que “um alto nível de qualidade dos diversos projetos quando tomados separadamente, não garante a qualidade do todo.”

A falta de compatibilidade entre projetos compromete a qualidade do produto causando perdas de materiais e diminuindo a produtividade. Devido a isto THOMAZ (2001) afirma ser necessários a interação e o trabalho colaborativo entre profissionais desde a fase dos anteprojetos, como é mostrado na FIG. 3.6.

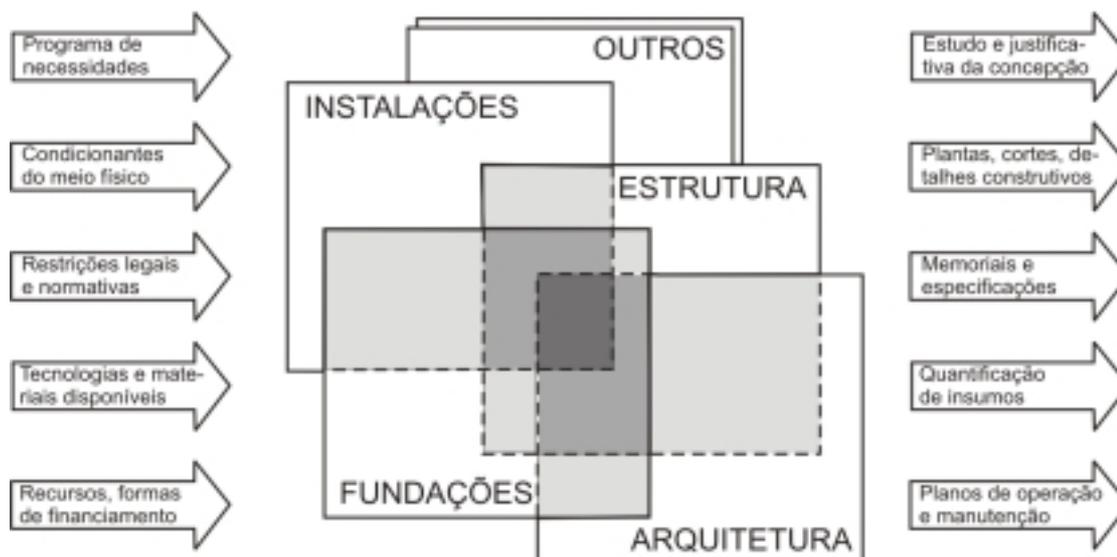


FIGURA 3.6 - Processo de geração de projetos de obras: forma coordenada e simultânea (THOMAZ, 2001).

VANNI (1999) observa que a compatibilização de projetos e a análise crítica dos mesmos é um dos fatores essenciais da coordenação de projetos, e de forma a se obter uma maior articulação entre projeto e execução acredita ser “fundamental que todas as etapas do processo de elaboração estejam comprometidas com os princípios de construtibilidade e racionalização construtiva”.

Segundo MELHADO (2000), “a coordenação das atividades dos projetistas deve ser organizada de modo a integrar as competências profissionais envolvidas no desenvolvimento das soluções de projeto e fazer a gestão dos desvios dessas soluções em relação ao programa”, sendo que este mesmo autor considera fundamental o detalhamento e a validação do programa do produto antes mesmo que sejam elaboradas as soluções de projeto.

A forma de se estabelecer a compatibilização entre todas as partes integradas ao processo, pode ser solucionada através da implementação de uma metodologia de elaboração de projeto e gestão que considere as possibilidades tecnológicas e suas interfaces, além de objetivar a retroalimentação do projeto com a experiência real da obra visando reduzir custos, auxiliar na definição das soluções tecnológicas e especificações e exercer o controle da qualidade durante a etapa de planejamento e projeto.

Muitos autores atribuem ao arquiteto a função de coordenar os vários projetos, e mesmo quando considerando a sua atribuição a outros profissionais, não é observado o desenvolvimento desta atividade. Isso ocorre ou pela falta de conhecimento do processo construtivo como um todo, ou pela própria ausência de um coordenador de projetos, visto que as empresas construtoras de uma forma geral ainda não incorporaram tal função como fundamental para o desenvolvimento de um projeto com qualidade.

#### **3.3.4 Sistemas construtivos racionalizados**

Fato que é consenso nas bibliografias levantadas é que a racionalização pode e deve agir tanto sobre o projeto do produto como sobre o seu processo. Dentro de uma proposta de racionalização da produção, no que diz respeito a uma aplicação metodológica e organizacional, sua análise deve ser considerada tanto nas partes como no todo, o que implica a racionalização do próprio projeto. Não é possível a aplicação correta de medidas de racionalização na execução, quando estas não foram pensadas na fase de concepção.

Na fase de execução é realizado o controle de qualidade em consonância com o projeto para que a qualidade do produto corresponda aos requisitos pré-estabelecidos. Deve haver uma efetiva coordenação das intervenções em todas as fases do projeto para que se atinja o nível de qualidade esperado, observados os parâmetros técnicos e econômicos.

ROSSO (1980) define racionalização como sendo “a aplicação mais eficiente de recursos para a obtenção de um produto dotado da maior efetividade possível, isto é com a máxima capacidade de satisfação das necessidades dos usuários.” A aplicação de princípios de racionalização na construção civil tem por objetivo, segundo o mesmo autor, “agir contra os desperdícios de materiais e mão-de-obra e utilizar mais eficientemente o capital”, através da aplicação dos princípios de planejamento, organização e gestão.

Para VANNI (1999) através de medidas de racionalização pode-se reduzir os desperdícios e melhorar a produtividade aliada a qualidade. Para se conseguir implementar a racionalização na fase de projeto é necessário haver uma eficiente coordenação além da pré-definição dos processos construtivos e detalhamento da execução dos serviços. Mas deve ser considerado também, as análises das falhas, aqui consideradas como defeitos patológicos que as construções apresentam.

ROSSO (1980) considera que o “processo começa ainda na fase de concepção, no detalhamento, na análise dos componentes, na sua fabricação, na sua associação e continua na fase de utilização, com a observação, registro e interpretação do comportamento do produto, do seu desempenho no uso, para através da sua retroação otimizar a sua qualidade.”

Segundo o mesmo autor um esquema de aplicação do método racional consiste em definir as funções de cada interveniente no processo: pesquisa, planejamento, organização, designação, programação, direção, controle e retroalimentação encontrando respostas para às seguintes questões: por que, o que, como, quando, quanto, com que e onde produzir, como mostrado na TAB.3.1. Dessa forma é possível formular um sistema industrial aplicado à edificação em suas fases principais: a concepção, a execução e o uso.

TABELA 3.1: Exemplo de planejamento do produto, adaptado de ROSSO (1980)

<b>Fases de planejamento</b>	<b>Formulações</b>	<b>Tipos de decisões</b>	<b>Conceito</b>
Intenção	porque e quanto?	primárias	decisão inicial sobre a necessidade, oportunidade e conveniência de se atender à demanda setorial do mercado, aplicando determinados recursos.
Análise e formulação de pré-requisitos	para quê?	funcionais	decisões sobre o programa que à luz das intenções é estabelecido sobre requisitos que o produto deve possuir e exigências que deve satisfazer para cumprir as suas funções a um nível de desempenho e de qualidade pré-determinados.
Estudo e Concepção de modelos	o que?	técnico-econômicas	decisões sobre a série de modelos e projetos-tipo a serem adotados para satisfazer genericamente aos pré-requisitos com o objetivo de definir um processo repetitivo e interativo de produção.
Viabilidade local	onde?	locacionais	decisões sobre a escolha dos locais onde o produto final deve ser realizado.
Projeto	o que e com que?	resolutivas	decisões sobre as alternativas de aplicação, adaptação e compatibilização dos projetos-tipo ao produto destinado ao local escolhido.
Pré-programação	quando?	temporais	decisões sobre quando realizar o produto, estabelecendo etapas físico-financeiras.
Adjudicação	quem?	seletivas	decisões sobre quem deve realizar o produto de acordo com o programa e o projeto, em função de critérios de qualidade e seleção, técnicos, administrativos, econômicos e legais.
Execução e controle	como?	tecnológicas	decisões sobre a qualidade do produto e o desempenho industrial de acordo com o projeto.
Comercialização	para quem?	distribuição	decisões sobre as condições de efetividade do produto pronto.

ROSSO (1980) explica que os modelos e o projeto-tipo, definidos na fase de concepção, são elaborados para serem organizados na forma de matriz com várias entradas para os requisitos e parâmetros funcionais e econômicos. A elaboração do projeto decorre do aprofundamento do estudo das alternativas de aplicação do projeto-tipo.

FRANCO (1992) analisa os conceitos emitidos por vários autores sobre o assunto, e conclui que o conceito de racionalização e industrialização são similares “tanto no que diz respeito aos objetivos, quanto na forma de implementação”. Sendo a racionalização

parte integrante da industrialização, o mesmo autor define que o “aspecto preponderante na diferenciação destes dois conceitos é a mudança na base produtiva”, ou seja, na industrialização normalmente há uma alteração na forma de produção, adotando-se sistemas mecanizados aliados a otimização dos recursos disponíveis, sendo somente este último fator o determinante da racionalização.

Para ROSSO (1980) a definição e caracterização do produto, realizadas na fase de concepção, é essencial numa abordagem racional da construção como forma de eliminar a casualidade e a improvisação. Os passos iniciais de um projeto visam identificar os problemas gerados pelas necessidades e caracterizá-los como parâmetros. A identificação e a formulação do projeto se faz por graus sucessivos em que está sempre presente a retroação, que é uma progressão interativa na solução de problemas, alterando decisões iniciais de concepção. Alcançada uma formulação satisfatória são definidos os requisitos (parâmetros) a partir de um nível de qualidade e desempenho pré-determinado (vinculações, restrições e critérios).

Como é observado por este mesmo autor a permutabilidade dos componentes intermediários é conseguida através da compatibilização geométrica, dimensional e mecânica dos componentes, portanto, sendo fruto da correlação funcional.

Como foi dito anteriormente, o fato de usar um sistema racionalizado, ou modulado, não significa necessariamente em limitar o número de soluções e até mesmo repeti-las. Ao contrário, significa que possuindo mais propriedade sobre o objeto em desenvolvimento se torna mais fácil propor soluções alternativas que estejam em conformidade com os critérios de desempenho e qualidade.

### **3.3.5 Construtibilidade**

A falta de integração entre projeto e execução deram origem a definição mais básica de construtibilidade, ou seja, a viabilidade de se construir o que foi projetado. O que é confirmado por VANNI (1999) ao resumir construtibilidade em “projetar facilitando a construção”.

O conceito de construtibilidade é amplo e foi definido pelo Construction Industry Institute - CII (1987) apud VANNI (1999) como o “uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e operação em campo para se atingir os objetivos globais do empreendimento”.

RODRIGUEZ e HEINECK (2003) explicam que “a construtibilidade refere-se ao emprego adequado do conhecimento e da experiência técnica em vários níveis para racionalizar a execução do empreendimento, enfatizando a inter-relação entre as etapas de projeto e execução”.

Após análise do conceito de construtibilidade por vários autores, VANNI (1999) concluiu que quando “adotado ainda na fase de projeto com o esclarecimento dos métodos de execução e com a adoção de tecnologias construtivas racionalizadas de forma a facilitar a execução da obra, os resultados serão mais satisfatórios. Sendo assim, o esforço adicional de projeto corresponderá, em geral, a maiores facilidades de execução”.

Através do princípio da construtibilidade é possível prever o desempenho das soluções de projeto, principalmente quando estes dados foram formalizados após uma retroalimentação da fase de execução e uso.

### **3.3.6 Coordenação de projetos**

De acordo com FRANCO (1992) a coordenação de projeto pode ser entendida como a atividade que dá suporte ao desenvolvimento dos projetos, cujo objetivo é o atendimento às solicitações do empreendimento, proporcionando à fase de execução a qualidade e eficiência esperadas.

Linha semelhante de estratégia é defendida por THOMAZ (2001): “a coordenação pressupõe o fluxo de informações, a uniformização da linguagem e dos objetivos dos projetistas, sua profunda interação com a produção e a devida consideração de todos os

parâmetros que norteiam a implantação de um empreendimento”, como mostra a FIG. 3.7.

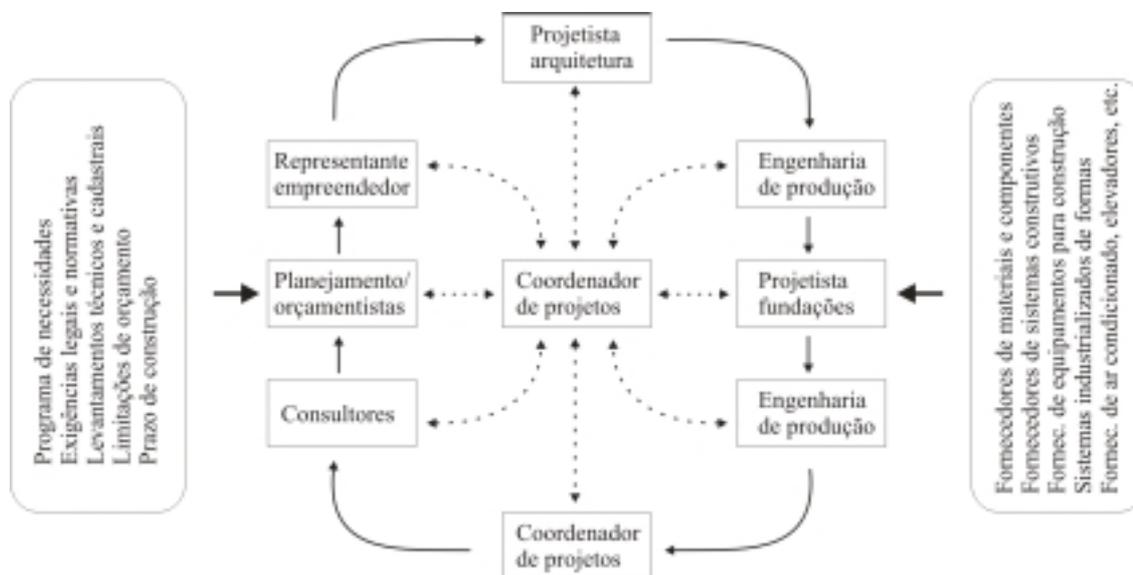


FIGURA 3.7 - Coordenação de projetos (THOMAS, 2001)

Com base em THOMAZ (2001) e FRANCO (1992) são relacionados a seguir os principais objetivos da coordenação de projetos:

- garantir a perfeita comunicação e a troca de informações entre os participantes do projeto, os integrantes e as etapas do empreendimento de forma a se obter a máxima agregação de tecnologia e a máxima racionalização dos processos construtivos;
- prover aos diferentes projetistas todos os levantamentos necessários para o desenvolvimento do projeto como levantamento planialtimétrico, cadastral, clima, sondagens;
- promover em conjunto com os projetistas análise de riscos de engenharia como ação do vento, inundações, incêndios;
- controlar as etapas de desenvolvimento do projeto, definindo todos os requisitos e parâmetros que nortearão o desenvolvimento dos vários projetos (incluindo programa de necessidades, padrões de acabamento, custos, prazos, especificações técnicas, tecnologias de construção);
- solucionar as interferências entre as partes do projeto elaboradas pelos projetistas, definindo o conteúdo da cada projeto (nível de detalhamento, memórias de cálculo,

quantificação de materiais e insumos), buscando sempre a melhor forma técnica e econômica;

- definir quais são as atividades que deverão ser cumpridas para os diferentes projetistas como reuniões de coordenação, visitas ao terreno e à obra, revisões do projeto e respectivos registros (“as built”);
- garantir a coerência entre produto projetado e o modo de produção, onde devem ser observados a tecnologia do processo construtivo utilizado e a “cultura construtiva” da empresa;
- garantir a integração entre projeto e obra, assim como observar a atualização dos projetos executivos distribuídos para a obra;
- realizar tarefa de controle de recebimento e aceitação dos projetos contratados;
- conduzir as decisões a serem tomadas no desenvolvimento do projeto, inclusive na definição dos meios a serem utilizados que facilitem a troca de informações técnicas entre os projetistas (softwares e outras ferramentas);
- padronizar formas de apresentação das informações e representações gráficas;
- criar uma sistemática de avaliação e retroalimentação dos problemas e falhas verificados no desenvolvimento dos projetos e execução, mantendo registro atualizado de forma a constituir uma memória técnica que auxiliará futuros processos semelhantes.

THOMAZ (2001) define o coordenador de projetos como o profissional que reuni conhecimentos e experiência suficientes para o tipo de empreendimento que será executado, este profissional pode ser tanto o arquiteto, autor do projeto, como um consultor especialmente contratado. No entanto, é fundamental que o coordenador do projeto seja definido de antemão, no início de projeto, e possa inclusive participar diretamente da escolha dos projetistas ou empresas que deverão compor a equipe de projeto.

A implantação de um sistema de coordenação de projetos aumenta a confiabilidade do processo e diminui as incertezas em todas as atividades, inclusive e principalmente aquelas relativas à fase de execução. Desta maneira é atividade fundamental para a implantação de medidas de racionalização e qualidade FRANCO (1992).

### 3.4 Qualidade

Diante da percepção desenvolvida nos itens anteriores com relação ao desenvolvimento de projetos e toda a abrangência a que está atividade tem alcance, além da adesão de conceitos como desempenho, construtibilidade e racionalidade, percebe-se a importância da implantação de programas de qualidade nas empresas de construção civil. De forma a concluir e interagir com os conceitos anteriores, o controle de qualidade tem como meta principal o controle dos processos de produção de um bem ou serviço.

Para se conseguir reduzir custos e aumentar a produtividade é necessário que se busque por racionalização nos processos construtivos e gerenciais, principalmente através do estudo e aplicação de rotinas e metodologias de gestão e controle, aliado ao estudo e utilização correta de técnicas construtivas coerentes com a realidade social e desenvolvimento tecnológico existentes, cuja consideração é ferramenta básica e essencial para desenvolvimento de qualquer projeto com qualidade.

No entanto, como é confirmado por VANNI (1999), aplicar um sistema de gestão da qualidade ao setor da construção não é uma tarefa tão simples devido à diversidade dos intervenientes e ao caráter itinerante da indústria da construção, além da pequena produção em série aplicada e da variedade de materiais, componentes e tecnologias disponíveis no mercado, bem como dos respectivos fornecedores. A inobservância de determinados princípios básicos como a falta de integração entre os projetos e a sua execução, a pouca eficiência do gerenciamento e a baixa qualificação da mão-de-obra, vem a agravar o problema.

Uma forma de contornar esta situação para FRANCO (1992) “pode ser o aperfeiçoamento da qualidade não para um produto específico (edifício), mas sim para um método, processo ou sistema construtivo”, o que corresponde ao desenvolvimento de “modelos analógicos” que “se modificam de acordo com as mudanças da situação de aplicação”, BRUNA (1976) citado no trabalho de FRANCO (1992) sugere alguns pré-requisitos para se alcançar benefícios com esta sistemática:

- o primeiro passo seria a definição e caracterização do processo ou sistema construtivo;
- posteriormente é necessário a existência de uma estrutura formal para organização e análise de informações relativas aos processos construtivos;
- avaliação de custos deve registrar os custos relativos às falhas, se num projeto específico ou no processo construtivo.

VANNI (1999) argumenta que para se atingir um patamar mais elevado de qualidade na construção deve ser implantada a qualidade em cada um dos subsistemas que envolvem o ciclo da qualidade, ou seja, “aplicar a qualidade nas etapas parciais visando otimizar a qualidade do produto final satisfazendo assim as necessidades dos usuários”, enfatizando que o processo é sempre reavaliado e retroalimentado, conforme FIG.3.8.



FIGURA 3.8 - Ciclo da qualidade no setor da construção (VANNI, 1999).

PADARATZ (1991) afirma que a falta de qualidade no Brasil não se deve somente a falta de recursos ou tecnologia, mas acima de tudo se trata de uma questão cultural, já que, ao contrário de países desenvolvidos onde a qualidade é um princípio, no Brasil qualidade se trata tão somente de uma condição.

Além do que, é observado uma grande incidência de patologias nas obras de uma forma geral, e como é observado por PADARATZ (1991) “quanto pior a qualidade, maior a incidência de patologias”.

### 3.4.1 Conceito de qualidade

THOMAZ (2001) propõe a seguinte definição para qualidade: “conjunto de propriedades de um bem ou serviço que redunde na satisfação das necessidades dos seus usuários, com a máxima economia de insumos e energia, com a máxima proteção à saúde e integridade física dos trabalhadores na linha de produção, com a máxima preservação da natureza”, ilustrado pela FIG.3.9.

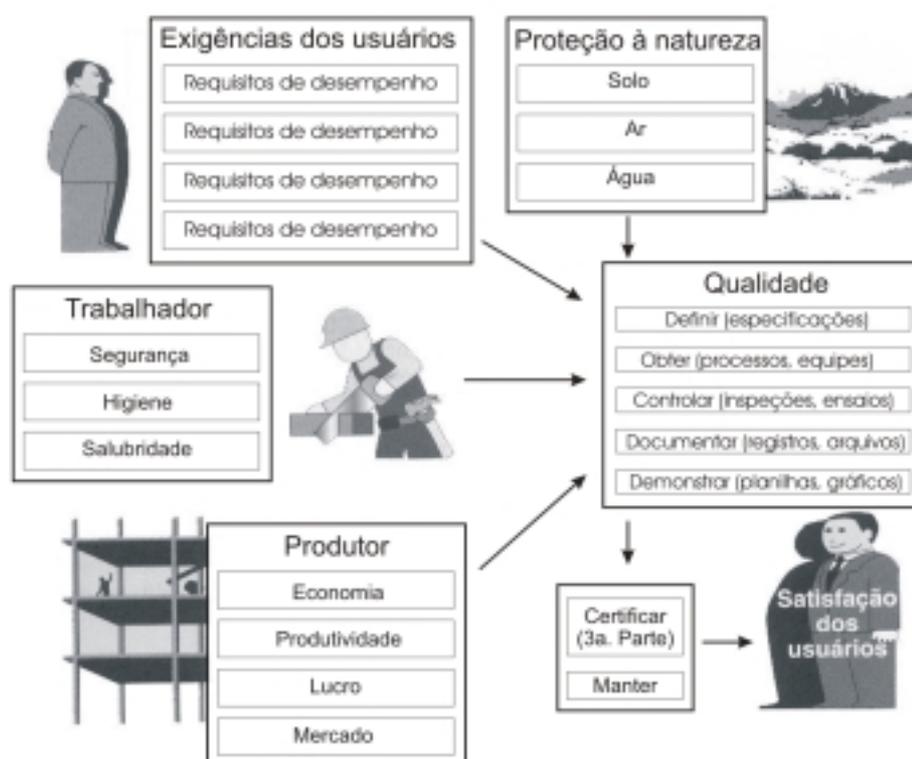


FIGURA 3.9 - Diagrama conceitual para definição de qualidade (THOMAZ, 2001)

HINO e MELHADO (1997) verificaram o interesse governamental em dotar a produção da habitação de interesse social de maior qualidade e produtividade através de programas como QUALIHAB, desenvolvido em São Paulo. Para tanto, sabido que o

conceito de qualidade se refere as características que atendem às necessidades dos clientes, concluem que a habitação de interesse social possui qualidade se atender as necessidades dos seus usuários, ou seja, se tiver desempenho (comportamento em uso) que satisfaça as exigências dos seus moradores.

Além de atender as necessidades dos clientes JURAN (1997) atribui o significado da palavra qualidade também a outro fator: ausência de falhas. Este autor sugere três etapas para a implantação do sistema de qualidade :

1. Planejamento da qualidade – corresponde ao desenvolvimento dos produtos que atendam às necessidades do cliente, esta atividade é resumida nos seguintes passos:
  - “estabelecer metas de qualidade;
  - identificar os clientes – aqueles que serão impactados pelos esforços para se alcançar as metas;
  - determinar as necessidades dos clientes;
  - desenvolver características do produto que atendam às necessidades dos clientes;
  - desenvolver processos que sejam capazes de produzir aquelas características do produto;
  - estabelecer controles de processos e transferir os planos resultantes para as forças operacionais”.
2. Controle de qualidade – corresponde a uma ferramenta de avaliação, comparação e intervenção a respeito da diferença entre o desempenho real e as metas de qualidade;
3. Melhoramento da qualidade – corresponde às atitudes para aumento o desempenho da qualidade.

FRANCO (1992) após referências a algumas definições de qualidade, utilizou, de forma genérica como “qualidade das edificações”, o conceito normalizado internacionalmente pela ISO (1986): “a totalidade de aspectos e características de um produto ou serviço que o tornam capacitado a satisfazer necessidades explícitas ou implícitas”. Explica, ainda, que o termo é variável de acordo com algumas circunstâncias como ambiente de

utilização e tempo da aplicação, o que faz com que o conceito de qualidade deva ser entendido de maneira mais flexível.

A aplicação deste conceito, pelo mesmo autor de forma mais restrita como “qualidade de um edifício” ou “qualidade de um componente”, tem por finalidade atender aos requisitos de desempenho como: segurança, habitabilidade, durabilidade, estética e adequação ambiental.

FRANCO (1992), em apresentação dos conceitos de “qualidade total” e de “gestão de qualidade” por diversos autores, verifica ser estes caracterizados “pela participação de todos os integrantes em todas as fases do processo, com uma motivação direcionada a se conseguir qualidade.” No entanto, admite tais conceitos possuírem um caráter global, voltado para o ambiente da indústria de bens de consumo, o que requer uma adaptação dos seus princípios para a indústria da construção civil.

O conceito de “controle de qualidade”, definido por FRANCO (1992), “é associado às ferramentas necessárias para a implementação da qualidade”, e que “o controle da qualidade do projeto dita a necessidade de serem estabelecidas especificações que servirão de padrões segundo os quais a qualidade do projeto será controlada”. Dessa forma, “as especificações devem conter todas as informações necessárias para que se oriente a execução de um projeto” visando a qualidade e desempenho esperados. Apesar da citada importância desta atividade o autor verifica ainda ser o controle de qualidade do projeto uma prática não muito comum no Brasil, principalmente devido a grande resistência dos profissionais de projeto.

VANNI (1999) afirma que as melhores garantias para a obtenção da qualidade advém do investimento em prevenção, verificação e controle de todas as etapas do trabalho, sendo que os investimentos em prevenção, segundo o autor, se resumem em:

- contratação de serviços com qualidade;
- treinamento de pessoal;
- utilização de normas e procedimentos técnicos;
- adoção de técnicas racionalizadas;

- estudo de medidas de segurança;
- seleção de fornecedores;
- preparação de planos de controle;
- planificação e manutenção do material.

ROSSO (1980) mostra que “a maior parcela de tempos improdutivos do processo de edificação deve ser atribuída a falha de planejamento e na programação das operações, destacando-se os erros de sequenciamento das mesmas.”

FRANCO (1992) estabelece algumas definições que considera fundamentais para a instituição de estratégias para aplicação de políticas de qualidade, quais sejam, a “definição das etapas de aplicação da sistemática de qualidade”, definido-se as ações a serem tomadas e as metas a serem alcançadas, e a “definição do objeto das ações”.

Conforme observado por este autor no caso particular da construção civil, “o objeto sobre o qual as ações de qualidade vão intervir, se sobre o produto (o edifício) ou sobre o processo de produção, não é claramente definido”, visto que , “as experiências com os processos construtivos não são comumente sistematizadas”, além de serem tratados de forma desarticulada, como é citado por BOBROFF (1991) no mesmo trabalho, “algumas (pessoas) são mais orientadas à qualidade do produto (arquiteto, cliente, investidor e usuário). Outras, como as empresas, são mais envolvidas na produção do edifício e levam o foco da qualidade para o processo, na sua organização, eficiência e produtividade”, fatos que, acredita FRANCO (1992), “gera grandes obstáculos para aplicação de medidas que visem melhorar o nível de qualidade da construção”.

Para VANNI (1999) um dos princípios da qualidade é a padronização de procedimentos e técnicas, o que pode ser obtido, segundo o autor, através de:

- racionalização e simplificação de processos, componentes e produtos;
- maior facilidade, rigor e segurança de entendimento pela unificação, universalização e difusão dos meios de comunicação;
- estabelecimento de parâmetros para avaliação e certificação da qualidade através da normalização e racionalização dos processos executivos.

Segundo FRANCO (1992) “os conceitos de industrialização, racionalização e qualidade guardam entre si objetivos em comum: o aumento do nível de produção e de produtividade; a diminuição de custos e desperdícios; o incremento no desempenho e a diminuição de ocorrências patológicas”.

O conceito de qualidade é abrangente, como é confirmado por este autor, “engloba além de todo o ciclo produtivo, a fase de utilização”, requer dessa forma um período maior de implantação já que “caracteriza-se pela mudança na forma organizacional de se encarar o empreendimento”.

### **3.4.2 Qualidade do projeto**

Decisões de projeto são tomadas observando alguns requisitos fundamentais como funcionalidade, tecnologia, desempenho e custo. Sendo que estes requisitos estão intrinsecamente relacionados, ou seja, a opção por priorizar um ou outro invariavelmente acarreta consequências nos outros fatores, que devem ser devidamente considerados. Dessa forma articular os diversos agentes do processo, observadas as necessidades dos usuários, é questão fundamental para se atingir a qualidade em um projeto.

ALBUQUERQUE e MELHADO (1998) afirmam ser necessário que as empresas procurem desenvolver ações para melhorar a qualidade do projeto enquanto produto, MELHADO (1994) acredita que essa qualidade significa:

- “estreitar as relações entre as atividades de projeto e de planejamento do empreendimento, para adequada inicialização do processo do empreendimento, utilizando de forma estratégica o projeto, considerando as necessidades de marketing coerentes com a qualidade do produto;
- relacionar as decisões de projeto à informações advindas do uso, operação e manutenção de produtos já entregues aos usuários, através de um processo de coleta e análises de informação, que pode provocar a retroalimentação e auxiliar a sistematização dos procedimentos de decisão em projeto;
- integração projeto e execução;

- tratar o projetista como um participante efetivo do ciclo da qualidade, estabelecendo procedimentos que norteiem de modo objetivo as relações cliente-fornecedor na contratação, acompanhamento e controle dos projetos consideradas suas peculiaridades;
- compatibilizar as atividades de projeto e suprimentos – envolvendo as relações da empresa com fabricantes e distribuidores de materiais e componentes – para permitir o desenvolvimento de inovações tecnológicas, através da realização de trabalhos conjuntos, que podem então ser traduzidas em especificações e detalhamento adotados no projeto”.

SILVA (1995) atribui a qualidade da solução de projeto ao conjunto resultante:

- “da concepção espacial e funcional levando-se em conta os valores sócio-culturais e de desempenho técnico e econômico;
- da concepção estética e simbólica que está ligada ao ato criativo, mas também aos valores culturais do ambiente em que esta edificação está se inserindo;
- das especificações técnicas do ponto de vista do comportamento resultante da edificação sob todas as condições de uso ao longo de toda a vida útil, respeitando-se inclusive as relações econômicas entre custos iniciais e custos ao longo da vida útil (operação, manutenção, renovação e reposição – inclusive custos de demolição);
- das relações que o projeto determina entre as atividades necessárias para a produção que determinam a produtividade a ser atingida no processo de trabalho, e por consequência os custos de execução”.

O Comitê Euro International du Béton (CEB) citado no trabalho de THOMAZ (2001) considera os seguintes aspectos no julgamento da qualidade de um projeto:

- a qualidade da concepção (aspectos técnicos e funcionais, estética, alternativas tecnológicas analisadas, racionalidade dos processos construtivos, previsão total dos custos, prazo necessário para a construção);
- a qualidade da apresentação e da descrição das soluções (plantas, cortes, detalhes construtivos, especificações e memoriais);
- a qualidade das justificativas apresentadas para a escolha da solução (cálculos, estudos de higrotermia e insolação, fluxo de pessoas, construtibilidade, etc.)

THOMAZ (2001) salienta que a qualidade da construção depende essencialmente da qualidade dos projetos, sendo que de todos os projetos necessários à execução de uma edificação, o projeto de arquitetura tem papel fundamental, visto que as informações básicas para o desenvolvimento dos projetos subsequentes tem origem em definições estipuladas no projeto arquitetônico como: partido estrutural, magnitude dos vãos, arranjo dos sistemas prediais, etc. No entanto, a análise crítica do projeto arquitetônico se torna demasiado difícil já que aspectos como custo, materiais, técnicas e processos construtivos se associam a aspectos subjetivos como simbolismo, sensibilidade e criação.

A qualidade global de um empreendimento resulta da soma de três componentes básicos, quais sejam: planejamento, projeto e execução. Contudo, o que tem sido observado é que o planejamento e o projeto tem consumido um tempo relativamente pequeno se comparado ao seu grau de importância. Decisões de projeto levam à uma maior eficiência da obra como todo, principalmente em relação ao custo e ao desempenho, já que é mais fácil e mais barato propor alterações na concepção do que durante sua execução, onde a consequência de um ato nem sempre pode ser prevista de forma satisfatória em todos os outros “níveis” da construção, acarretando retrabalhos (repetição de tarefas) e desperdícios de tempo e material.

HAMMARLUND e JOSEPHSON (1992) afirmam que é na fase de planejamento que se encontra a maior oportunidade de influenciar as características finais de um empreendimento, se tornando progressivamente menor durante o desenvolvimento do projeto. De forma inversa ao item anterior, o custo da produção aumenta gradualmente, sendo mínimo nas fases iniciais de estudo de viabilidade, planejamento e projeto atingindo seu ponto máximo na fase de construção.

Da mesma forma FRANCO (1992) aponta a fase de concepção como determinante na qualidade, entendendo-se por concepção os estudos preliminares, anteprojeto e projeto. Além disso, atribui à esta fase a necessária introdução de “muitas medidas de racionalização e praticamente todas as medidas de controle de qualidade”, enfatiza ainda a função do projeto no planejamento da execução, “se estas informações não

guardam um grau de precisão e detalhe coerentes com a execução, muitas variáveis incontroláveis são introduzidas no planejamento”.

Segundo MELHADO e VIOLANI (1992) apud VANNI (1999), “um fluxo de informações entre as equipes de projeto e de execução é de fundamental importância para a implementação de sistemas de garantia de qualidade na construção de edifícios. É necessário alcançar uma integração organizacional e tecnológica entre estas duas etapas, ou seja, avaliar o que se concebeu e o que virá a se tornar realidade nos canteiros de obras.”

A avaliação de desempenho e qualidade de uma edificação está estritamente relacionada ao surgimento de patologias. PADARATZ (1991) percebe que ações visando o estudo de defeitos dos materiais, dos componentes, dos elementos ou da edificação como um todo é extremamente prejudicada pela ausência da catalogação dos registros decorrentes além do não acompanhamento em obra dos projetistas e construtores. HAMMARLUND e JOSEPHSON (1992) afirmam que “a identificação de alternativas adequadas para redução dos custos de falhas presume o conhecimento de suas origens”.

SOUZA (1995) cita que as falhas e patologias encontradas em obras levantadas por inúmeras pesquisas indicam que suas causas estão basicamente relacionadas a três fatores, quais sejam: fatores técnicos, humanos e de organização e gestão das empresas. Sendo que nos fatores técnicos se enquadram o planejamento, o projeto a fabricação de materiais a execução e o uso e manutenção.

FRANCO (1992) observa que é “na fase de concepção que se origina a maioria dos problemas patológicos”, e no entanto, o projeto é elaborado com um mínimo aprofundamento das soluções construtivas, postergando-se estas para a etapa de construção, o que acarreta como consequência o elevado índice de desperdício além do surgimento frequente de patologias.

Uma pesquisa realizada pela construtora inglesa Taywood Engineering Limited (TECHNE, 1998), citada no trabalho de VANNI (1999), verificou que os índices de desperdício que geram custos não previstos são correspondentes à:

- 45% decorrentes de falhas em projetos;
- 25 % de mão-de-obra;
- 25% de materiais;
- 5% de manutenção.

A pesquisa mostra ainda que o retrabalho representa 15% dos custos de uma obra e a falta de comunicação e o fraco retorno nos projetos estão entre as principais causas de falhas em obras. Aponta também a redução de incidência de falhas – por meio de um aperfeiçoamento contínuo – como essencial para uma empresa se tornar competitiva.

O fato de falhas de projeto serem causadores de patologias é também observado no Brasil como mostra GRANDISKI (2004) ao citar que em estudos nacionais foi percebido que 40% das patologias rotineiramente constatadas em perícias poderiam ter sido evitadas na fase de projeto. E conclui afirmando que falhas de projeto dificilmente são consertadas no canteiro e os principais erros são provenientes da falta do detalhamento necessário.

Este fato é explicado por VERCOZA (1991), “as características construtivas modernas favorece muito o aparecimento destes defeitos patológicos. Procura-se hoje construir com o máximo de economia, reduzindo-se cada vez mais os cuidados com a segurança. Essa atitude coexiste, entretanto, com o mais aperfeiçoado e profundo conhecimento dos materiais e técnicas de construção. Contudo as consequências são o aparecimento cada vez mais frequente de defeitos em edificações originários, seja do projeto, da execução, do mau uso, de materiais ou de erros no planejamento”.

### **3.4.3 Sistemas de gestão e métodos de controle da qualidade**

Devido a grande competitividade atualmente praticada pelas empresas da construção civil, a qualificação do processo construtivo vem se tornando meio de diferenciação e de

agregar valor a edificação. A implantação de Sistemas de Gestão de Qualidade prima pela organização da produção que sustente a qualidade global do empreendimento.

Com o objetivo de proporcionar a melhoria do controle e gestão na construção, vários estudos têm buscado o aprimoramento, a utilização e a adaptação de sistemas e ferramentas de qualidade. Nesse contexto, o presente capítulo faz uma abordagem das normas ISO série 9000, abrangendo também metodologias atualmente consolidadas com os princípios de racionalização construtiva e construtibilidade, dentre elas o Controle Total da Qualidade (TQC), Ferramentas de Análise de Falhas e Avaliação Pós-Ocupação (APO), cujas teorias e técnicas gerenciais podem ser aplicadas na etapa de projeto. Antes, contudo, serão repassados alguns conceitos relativos à gestão da qualidade e suas implicações.

Segundo análise de FRANCO (1992) “as mudanças ocorridas no setor da Construção Civil expõem a urgência com que se deve alterar a postura das empresas, na busca de maior eficiência no desenvolvimento de suas atividades. Atualmente, o debate sobre o incremento de eficiência e competitividade gira em torno da implantação das modernas teorias de gestão da qualidade”.

LORDÊLO e MELHADO (2003) também acreditam que as empresas cada vez mais têm buscado a implantação de Sistemas de Gestão de Qualidade como forma de enfrentar a alta competitividade a que as empresas de construção estão submetidas, e também como uma forma de combater as “características peculiares deficientes” tais como: baixa qualidade da mão-de-obra, elevada rotatividade e índices de desperdícios, baixa produtividade e mecanização.

A utilização de Sistemas de Gestão de Qualidade como as normas ISO 9000 ou outras ferramentas de controle e gestão da informação visam implantar procedimentos e possibilitar análises críticas sobre o próprio processo de gestão no intuito de definir quais são as necessidades prioritárias e estabelecer quais as metas a serem alcançadas. Definidos os objetivos se torna mais fácil elaborar estratégias e detalhar ações para se alcançar a qualidade necessária.

THOMAZ (2001) enfatiza que “a utilização das normas NBR ISO 9000 ou outros modelos devem servir apenas de apoio para estruturar o sistema” visto que “o sistema de qualidade deverá ser aderente com as realidades estruturais e conjunturais da empresa”, apesar da necessidade de existir “o mínimo de organização, de método, de planejamento, de acompanhamento e de burocracia” conforme FIG. 3.10.

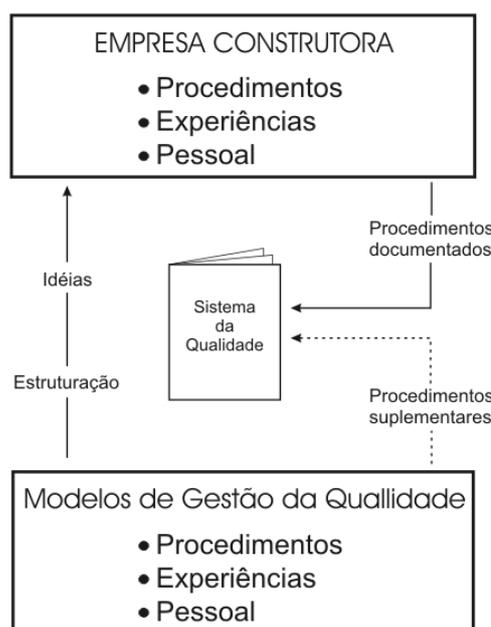


FIGURA 3.10 – Montagem do sistema da qualidade pela empresa (THOMAZ, 2001)

Segundo FRANCO (1992), “para a implantação dos princípios que envolvem a gestão da qualidade é necessário que se organize uma série de procedimentos”, denominados de “sistema de qualidade”, que vão definir a aplicação da doutrina da qualidade.

THOMAZ (2001) define sistema de qualidade como: “estrutura organizacional, com definição de responsabilidades, procedimentos, processos e recursos para implementação da gestão da qualidade”. E por gestão da qualidade entende ser a “função gerencial que implementa a política da qualidade definida pela alta administração da organização”.

Este mesmo autor define ‘sistema’ como o conjunto de procedimentos (o que fazer, como fazer, quando fazer, como verificar), responsabilidades (quem faz) e recursos (com que fazer), visando a gestão aperfeiçoada e o controle de todas as atividades do negócio ou do empreendimento”. Segundo THOMAZ (2001) os objetivos da implantação de sistemas de qualidade nas empresas construtoras são:

- “regulamentar/documentar;
- controlar de forma planejada e sistematizada as atividades de projeto;
- controlar de forma planejada e sistematizada as atividades de construção;
- assegurar, em tempo hábil, a adequação dos recursos necessários à construção, incluindo equipes, materiais, equipamentos e outros insumos;
- melhorar a produtividade e a qualidade dos serviços;
- reduzir os custos do empreendimento;
- otimizar as relações com os clientes;
- melhorar a imagem da empresa/ obter maior e melhor participação no mercado”.

A implantação de sistemas de qualidade pode e deve ser realizada de forma mais lógica e racional possível. A utilização de sistemas de informações vem de encontro a essa necessidade de ordenamento da informação. CINTRA e AMORIM (2000) definem sistema de informação como “um conjunto de dados, transformados em informação através de recursos físicos, *hardware e software*, com a finalidade de atender a determinada necessidade de informação dentro da organização”. Os mesmos autores discutem a importância e a necessidade de um sistema de informação eficiente e eficaz para gerenciamento de projetos em empresas de construção civil, acreditam que a falta de disseminação de informações é uma das suas principais causas de insucesso, pois tem conduzido de forma sistemática o setor da construção a repetição de falhas e deficiências no processo.

PERALTA E BULLA (2000) explicam que a gestão da informação permite que se obtenha as informações necessárias para tomadas de decisão, bem como o controle através da retroalimentação do processo, permitindo comparação e análises de desvios ou falhas, possibilitando sua correção.

MELHADO (2000) enfatiza a necessidade de implementação de sistemas de qualidade pelos agentes da produção na construção civil, com a posterior evolução na direção dos modelos integrados para a gestão dos empreendimentos, no sentido de diminuir a dispersão de responsabilidades e barreiras que dificultam a tomada de decisões conjuntas.

CINTRA e AMORIM (2000) acreditam que o aumento da quantidade e complexidade das decisões é consequência direta da evolução dos projetos com a absorção de novas tecnologias, dessa forma o acompanhamento de projetos, segundo o autor, “evolui para o enfoque sistêmico que, em termos gerais, entende a organização como um sistema composto de diversas partes com metas individuais”. Dessa forma é necessário que se estude as inter-relações internas das partes componentes garantindo sua integração bem como a influência das variáveis externas a empresa, cujo objetivo é explicado pelo autor: “as decisões passam a ser tomadas num ambiente onde os atritos gerados nas interfaces, influências internas e externas e as incertezas são devidamente ordenadas e quantificadas em um sistema de informações ”.

Um sistema de gestão de qualidade, segundo BAÍA e MELHADO (1999) deve promover:

- “a identificação do fluxo de atividades do processo de projeto;
- definição das relações de interface entre os participantes do processo;
- desenvolvimento de processos gerenciais, de planejamento e técnicos”.

Explicitando os procedimentos relacionados à um sistema de gestão da qualidade quanto à qualidade da solução, SILVA (1995) destaca os seguintes itens necessários:

- “metodologia de levantamento de necessidade dos clientes internos e externos;
- parâmetros padronizados relativos a cada projeto e respectivas interfaces: consistem de definições prévias de projeto passíveis de padronização, tais como diretrizes para dimensionamento de ambientes; dimensões relativas a pés-direitos, alturas e larguras de elementos e componentes de estruturas, vedação, etc., incluindo detalhes construtivos;

- roteiro ou “check-list” de definições de projeto: consiste de organização e programação das definições a serem feitas segundo as características de cada obra;
- procedimentos gerenciais para utilização do projeto: controle de arquivo; controle de cópias; controle de atualização, etc.”

REIS E MELHADO (1998) através da realização de um estudo de caso em quinze empresas construtoras no Estado de São Paulo identificaram alguns fatores críticos para a implantação de sistemas de gestão de qualidade, que consistem basicamente em:

- dificuldade de se aprimorar os processos de execução de serviços e sua posterior operacionalização em canteiros de obras;
- treinamento e qualificação da mão-de-obra, principalmente devido a crescente subcontratação dos serviços e alta rotatividade;
- conscientização dos gerentes e operários para a mudança de comportamento e comprometimento com os objetivos a serem alcançados;
- melhoria dos sistemas de informação e tomada de decisão, que seja capaz de cobrir todas as atividades além da interdependência entre as várias fases e operações, e finalmente uma sistemática de controle e retroalimentação que subsidie tal sistema;
- estabelecimento de parcerias com fornecedores de materiais e serviços.

Vencidas as barreiras para a implantação dos sistemas de qualidade, podem ser verificados alguns benefícios que são mostrados por VANNI (1999):

- “aumento da produtividade;
- obtenção de desempenho do produto;
- redução dos custos de produção;
- redução das interferências entre os projetos;
- redução de retrabalho e alterações de projeto;
- introdução de decisões embasadas tecnologicamente;
- otimização das atividades de execução;
- satisfação dos clientes;
- manutenção da competitividade”.

LEITE (2000) define a gerência da qualidade do projeto segundo a metodologia de projetos do Project Management Institute – PMI, sendo esta gerência “composta pelos processos, ferramentas e técnicas necessárias para garantir que o projeto irá satisfazer as necessidades para as quais ele foi empreendido”. Os processos são compostos, a maneira de outras metodologias, pelo seguintes elementos:

- planejamento da qualidade – consiste na identificação e satisfação dos padrões de qualidade que são relevantes para o projeto;
- garantia de qualidade – consiste no planejamento e sistematização das atividades que são implantadas dentro do sistema de qualidade, com o intuito de assegurar que o projeto irá satisfazer os padrões de qualidade definidos na etapa anterior;
- controle de qualidade – consiste na monitoração dos resultados específicos do projeto como forma de averiguar seu atendimento aos padrões de qualidade e eliminar causas de resultados insatisfatórios.

VANNI et al. (1998) apud VANNI (1999) busca na filosofia de construção *Lean Construction* ou “produção enxuta” uma forma de exercer o controle de qualidade na etapa de projeto. Através dessa filosofia procura-se maximizar a efetividade dos processos construtivos e, simultaneamente, a sua eficiência, e o que o difere dos outros sistemas produtivos é a introdução dos conceitos de conversões (transformações diretamente produtivas) e fluxos (atividades que não são intrinsecamente de conversão). O autor explica que “esse enfoque envolve a idéia básica de que alguns tipos de fluxos de produção (tempos de espera, transporte, inspeção, retrabalho, especificações de projeto que impliquem em tarefas desnecessárias, etc.) não agregam valor à obra, gerando, portanto, desperdícios. Dessa forma, as atividades de projeto de edificações têm de voltar sua atenção tanto para as atividades diretamente produtivas quanto aos fluxos, minimizando o efeito de tarefas que não agreguem valor ao produto final”.

THOMAZ (2001) conclui que “em qualquer setor produtivo, independente da tecnologia utilizada, sempre será possível a racionalização dos processos, a economia de insumos, o desenvolvimento do produto e a otimização de sua qualidade”, para isso, o autor sugere que as variáveis que atuam num processo que envolve várias etapas sejam

analisadas separadamente conforme o método de resolução de problemas e melhoria de processos, apresentado na FIG. 3.11.

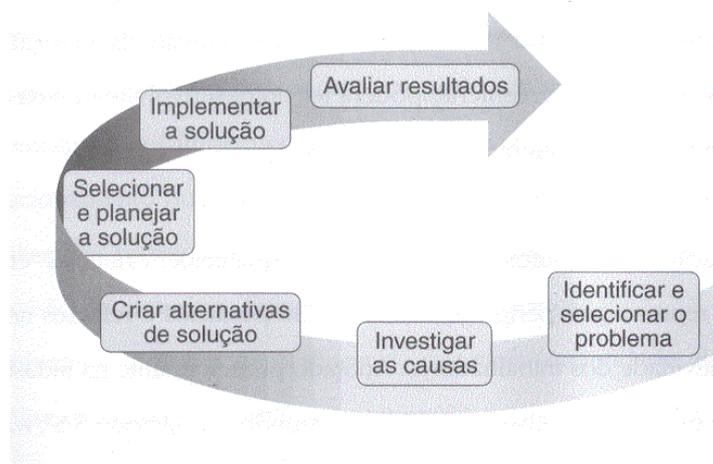


FIGURA 3.11 – Método de resolução de problemas e melhoria de processos (THOMAZ, 2001).

PEIXOTO apud THOMAZ (2001) afirma que “o sucesso dos programas de qualidade emerge de uma combinação de fatores, como:

- o envolvimento e motivação de pessoas;
- a ‘qualidade’ individual das pessoas envolvidas, sua competência e experiência relativas às atividades de projeto e construção;
- a habilidade e a boa vontade das pessoas em darem suas contribuições e a atitude colaborativa frente aos conflitos;
- disponibilidade de tempo e de recursos;
- uma base tecnológica adequada;
- procedimentos, gestão da qualidade”.

THOMAZ (2001) apresenta um resumo dos custos envolvidos num sistema de qualidade:

- prevenção: treinamento de equipes, investimento em equipamentos, estudo detalhado dos processos, etc.;

- avaliação: equipes de controle e qualidade, ensaios, análises, documentação, etc.;
- falhas internas: rejeitos, retrabalhos, baixa produtividade, etc.;
- falhas externas: substituições, reparos, demandas judiciais, custo invisível (imagem da empresa).

THOMAZ (2001) conclui que os sistemas de gestão de qualidade voltados para a construção civil deverão abordar os itens custo, saúde e segurança (incluindo segurança no trabalho), além das principais fontes de patologias, os aspectos essenciais de planejamento ou administração e, por fim, os problemas mais comuns observados nos processos de construção. E, apesar de reconhecer a importância dos programas de qualidade o autor enfatiza que “a adoção de sistemas de gestão de qualidade não pode substituir, em nenhuma circunstância, a competência dos técnicos e a eficiência das tecnologias corretamente aplicadas”.

A seguir buscou-se apresentar as normas da série NBR ISO 9000 e sua aplicabilidade na indústria da construção civil, além de algumas ferramentas e técnicas gerenciais cuja aplicação visa o planejamento para a produção e a antecipação de potenciais falhas auxiliando a tomada de decisões.

#### 3.4.3.1 Normas série NBR ISO 9000

A ISO elaborou, na década de 80, uma série de normas dirigidas aos sistemas de gestão da qualidade, visando uniformizar conceitos, padronizar modelos para garantia da qualidade e fornecer diretrizes para implantação da gestão da qualidade nas organizações (SOUZA, 1997 apud LORDÊLO e MELHADO (2003b)).

Aqui no Brasil surgiu a série de normas ISO 9000 – Normas de gestão e garantia de qualidade, lançada em 1987, tendo sido revisada em 1994 e mais recentemente em 2000, sendo esta a sua última versão. O Brasil, através da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), adota a mesma numeração da série ISO 9000, porém é denominada NBR ISO 9000 (LORDÊLO e MELHADO (2003b)).

A implementação dos sistemas de gestão de qualidade particularizados para o processo de projeto fundamentados nos conceitos da série de normas ISO 9000, como mostra GRILO (2002) são modelos de gestão da qualidade compostos de “parâmetros, requisitos, métodos e procedimentos a serem implementados na concepção, solução, desenvolvimento e apresentação do projeto”.

Apesar do caráter generalista da série de normas NBR ISO 9000, ALBUQUERQUE e MELHADO (1998) concluem que a partir de sua aplicação há possibilidades de melhorias na busca pela racionalização dos processos de elaboração de projetos, porém, o autor afirma que “a qualidade do produto, neste caso o projeto, não é afetado substancialmente pelas normas, pois são normas de garantia de sistemas e não de produtos”.

As empresas que procuram pela certificação dos sistemas de gestão da qualidade baseados no modelo proposto pela série de normas NBR ISO 9000 pretendem enfrentar a alta competitividade do mercado de construção garantindo a qualidade de seus processo de construção como é observado por LORDÊLO e MELHADO (2003a), visando a melhoria contínua e o reconhecimento por parte dos clientes da qualidade de seus produtos.

Segundo pesquisa realizada pela NBS Consulting Group, empresa que atua na área de consultoria de São Paulo, com apoio do SINDUSCON-SP e Editora Banas, intitulada “Impacto da ISO 9000 na construção civil no Brasil”<sup>1</sup> citada no trabalho de LORDÊLO e MELHADO (2003b) foi possível o diagnóstico de vários benefícios entre as construtoras certificadas, entre eles:

- 90% - padronização das atividades;
- 86% - valorização da imagem da empresa no mercado;
- 79% - treinamento dos funcionários;
- 76% - implantação de uma rotina de melhoria contínua da empresa;
- 62% - maior organização do canteiro de obras;
- 55% - redução de erros e desperdícios;

---

<sup>1</sup> Disponível em [www.uol.com.br/canalexecutivo/notas/2706/20001.htm](http://www.uol.com.br/canalexecutivo/notas/2706/20001.htm)

- 48% - mudança de atitude entre os colaboradores;
- 41% - qualificação da mão-de-obra de prestadores de serviços;
- 38% - melhoria da coordenação de projetos;
- 14% - tecnologia mais acessível e disponível.

O Inmetro<sup>2</sup> apud LORDÉLO e MELHADO (2003b) destaca que, “por ter caráter sistêmico, esta série de normas não trata diretamente da qualidade dos produtos; entretanto assegura a estabilidade do processo de produção”, percebe-se, então, a importância de existir uma marca que assegure que o fornecedor tem seu processo de produção minimamente controlado.

As normas da família NBR ISO 9000 foram desenvolvidas com o intuito de apoiar as organizações, de todos os tipos e tamanhos, onde se observa seu caráter generalista, na implementação e operação de sistemas de gestão de qualidade, sendo seus objetivos divididos da seguinte forma:

- NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário. “Descreve os fundamentos de sistemas de gestão da qualidade e estabelece a terminologia para estes sistemas”;
- NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – requisitos. “Especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade, onde uma organização precisa demonstrar sua capacidade para fornecer produtos que atendam aos requisitos do cliente e aos requisitos regulamentares aplicáveis, e objetiva aumentar a satisfação do cliente”;
- NBR ISO 9004: Sistemas de gestão da qualidade – diretrizes para melhorias de desempenho. “Fornece diretrizes que consideram tanto a eficácia como a eficiência do sistema de gestão da qualidade. O objetivo desta norma é melhorar o desempenho da organização e a satisfação dos clientes e das outras partes interessadas”.

A NBR ISO 9000 parte do princípio que o sucesso de uma organização pode ser resultado da implementação e execução sistemática de um sistema de gestão concebido para melhorar continuamente o desempenho e a eficiência dos processos e produto e

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.techoje.com.br/qualidade/ql9506-1.htm>

que leve em consideração as necessidades de todas as partes interessadas. Assim, a norma desenvolveu oito princípios de gestão da qualidade, que podem ser usados na condução da organização e à melhoria do seu desempenho:

- foco no cliente: “organizações dependem de seus clientes e, portanto, é recomendável que atendam às necessidades atuais e futuras do cliente, os seus requisitos e procurem exceder as suas expectativas;
- liderança: “líderes estabelecem a unidade de propósito e o rumo da organização. Convém que eles criem e mantenham um ambiente interno, no qual as pessoas possam estar totalmente envolvidas no propósito de atingir os objetivos da organização”;
- envolvimento das pessoas: “pessoas de todos os níveis são a essência de uma organização, e seu total envolvimento possibilita que as suas habilidades sejam usadas para o benefício da organização”;
- abordagem de processo: “um resultado desejado é alcançado mais eficientemente quando as atividades e os recursos relacionados são gerenciados como um processo”;
- abordagem sistêmica para a gestão: “identificar, entender e gerenciar os processos inter-relacionados como um sistema contribui para a eficácia e eficiência da organização no sentido desta atingir os seus objetivos”;
- melhoria contínua: “convém que a melhoria contínua do desempenho global da organização seja seu objetivo permanente”;
- abordagem factual para tomada de decisão: “decisões eficazes são baseadas na análise de dados e informações”;
- benefícios mútuos nas relações com os fornecedores: “uma organização e seus fornecedores são interdependentes, e uma relação de benefícios mútuos aumenta a capacidade de ambos em agregar valor”.

A justificativa apontada pela NBR ISO 9000 para a implementação de um sistema de qualidade consiste em obter respostas para as necessidades e expectativas dos clientes, e da mesma forma enfrentar as pressões competitivas e os avanços tecnológicos, melhorando continuamente seus produtos e processos.

As atuais NBR ISO 9001 e NBR ISO 9004, como é sugerida pela própria norma, foram desenvolvidas como um par coerente de normas de sistema de gestão da qualidade, ou seja, estas normas se complementam mutuamente. Entretanto podem ser usadas independentemente, já que possuem objetivos diferentes .

A NBR ISO 9004 fornece orientações para um sistema de gestão da qualidade com objetivos mais amplos do que a NBR ISO 9001, buscando melhoria contínua de desempenho. Entretanto, ao contrário da NBR ISO 9001, a NBR ISO 9004 não tem propósitos de certificação ou finalidade contratual.

Nesta série de normas é promovido a adoção de uma abordagem de processo para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia do sistema de gestão de qualidade, sempre com o intuito de aumentar a satisfação do cliente, enfatizando a importância de:

- entender e atender os requisitos do cliente;
- considerar os processos como forma de agregar valor ao produto;
- obter resultados de desempenho e eficácia do processo;
- melhorar os processos continuamente, baseado em medições objetivas.

A necessidade de melhoria contínua é verificada no processo de retroalimentação, onde os clientes desempenham um papel significativo na definição dos requisitos como entradas, sendo sugerido inclusive a aplicação do Ciclo PDCA (FIG.3.12) para todos os processos, descrito na norma como se segue:

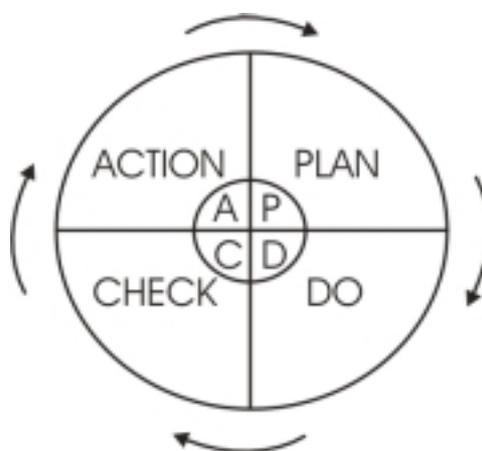


FIGURA 3.12 – Ciclo PDCA (CHENG, 1995)

- plan – planejar: “estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização”;
- do – fazer: “implementar processos”;
- check – checar: “monitorar e medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto e relatar os resultados;
- act – agir: “executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo”.

Estas normas não incluem orientações específicas para outros sistemas de gestão, entretanto considera haver a possibilidade de uma integração, organização ou alinhamento com outros sistemas relacionados. Considerando a indústria da construção civil e pensando na aplicação conjunta à gestão de projetos, os princípios essenciais relativos a realização do produto, considerados na norma ISO 9001, e diretrizes e recomendações da norma ISO 9004 complementares, serão apresentados de forma resumida a seguir:

A. A exigência de haver uma documentação definida que atenda às necessidades da organização, é vista como necessária para estabelecer, implementar e manter o sistema de gestão da qualidade e para apoiar uma operação eficaz e eficiente dos processos da organização, com as atividades que se seguem:

- a identificação e a comunicação das características significativas dos processos;
- o treinamento na operação dos processos;
- o compartilhamento do conhecimento e da experiência entre equipes e grupos de trabalho;
- a medição e auditoria dos processos, e
- o exame, análise crítica e melhoria dos processos.

B. As necessidades e expectativas identificadas, atuais e futuras, dos clientes e dos usuários finais, bem como de outras partes interessadas devem ser traduzidas em requisitos, que devem ser entendidos e satisfeitos pela organização.

A norma inclui como partes interessadas das organizações além dos clientes e usuários finais, as pessoas na organização, proprietários, investidores, fornecedores, parceiros e a própria sociedade na figura da comunidade e do público atingido pela organização ou seus produtos.

Além da definição, implementação e manutenção dos processos de projeto e desenvolvimento necessários para responder de forma eficaz e eficiente à esses requisitos, a organização deve considerar todos os fatores que contribuem para atingir o desempenho do produto e do processo. Dentre esses fatores a Norma sugere que sejam considerados “o ciclo de vida, segurança e saúde, capacidade de realizar ensaios, capacidade e facilidade de uso, garantia de funcionamento, durabilidade, ergonomia, o ambiente, correção do produto e riscos identificados”.

C. Requisitos estatutários e regulamentares, requisitos de funcionamento e de desempenho que se aplicam aos produtos, processos e atividades desenvolvidos pela organização devem ser incluídos como parte do sistema de gestão da qualidade como entradas relativas a requisitos de produto, e portanto devem ser determinadas e registradas.

D. Um processo é entendido e pode ser representado com uma sucessão de atividades necessárias, as quais podem ser determinadas a partir do momento em que as entradas do processo tenham sido definidas, bem como as ações e os recursos requeridos para o processo, com a finalidade de se obter as saídas desejadas. As próprias saídas assim como os resultados de verificações e validações de processos, num processo de melhoramento, devem ser também considerados como entrada, com o intuito de melhorar a eficácia e eficiência do sistema de gestão da qualidade.

Um plano operacional definido para a gestão do processo deve incluir;

- “requisitos de entrada e de saída (por exemplo: especificações e recursos);
- atividades dentro dos processos;
- verificação e validação de processos e produtos;
- análise de processo, incluindo garantia de funcionamento;

- identificação, avaliação e redução de risco;
- ações corretivas e preventivas;
- oportunidades e ações para melhoria de processo; e
- controle de alterações para processos e produtos”.

E. Devem ser assegurados o cumprimento das etapas de identificação e redução de riscos potenciais para os usuários dos produtos e processos da organização, após a avaliação do potencial e efeito de possíveis defeitos ou falhas em produtos ou processos. O resultado desta análise devem ser usados para definir e implementar ações preventivas para redução dos riscos identificados. A norma sugere algumas ferramentas para avaliação de risco durante o projeto e desenvolvimento, tais como:

- análise de modos e efeitos de falha,
- análise de árvore de falha,
- prognósticos de confiabilidade,
- diagramas de relacionamento,
- técnicas de classificação, e
- técnicas de simulação.

#### 3.4.3.2 Controle Total da Qualidade – TQC

O TQC é um sistema integrado de gestão que visa principalmente promover o crescimento humano e garantir a sobrevivência da empresa, baseado na participação de todos os funcionários no estudo e na condução do controle de qualidade. Centrado no conceito de controle da qualidade aplicado ao processo de geração de produto, manifesta-se através de três ações gerenciais – planejar, manter e melhorar a qualidade., como mostra TAB 3.2.

TABELA 3.2 – As três ações gerenciais do controle da qualidade no processo de geração do produto (CHENG, 1995).

AÇÃO GERENCIAL DE CONTROLE DE QUALIDADE	MÉTODO	CONTEÚDO DA AÇÃO GERENCIAL
PLANEJAMENTO DA QUALIDADE ↓ Gestão do desenvolvimento do produto	 <p>Diagrama de um círculo dividido em quatro quadrantes (A, P, C, D) rotulado "NOVO PROCESSO" e "Plano".</p>	Definir novos padrões (novo produto e novo processo) para atingir as metas de qualidade, custo e entrega.
MANUTENÇÃO DA QUALIDADE ↓ Gestão do desenvolvimento do produto	 <p>Diagrama de um círculo dividido em quatro quadrantes (A, S, C, D) rotulado "PROCESSO EXISTENTE" e "Padrão ou standard".</p>	Cumprir os padrões estabelecidos para o produto e o processo, verificando os resultados e atuando no processo para corrigir os desvios (anomalias).
MELHORIA DA QUALIDADE ↓ Gestão do desenvolvimento do produto	 <p>Diagrama de um círculo dividido em quatro quadrantes (A, P, C, D) rotulado "PROCESSO EXISTENTE" e "Plano".</p>	Alterar os padrões estabelecidos no planejamento da qualidade para atingir novas metas de qualidade, custo, entrega, moral e segurança.

Dentro do conceito do TQC, é necessário a compreensão do termo processo, que é definido como “um conjunto de causas que têm como objetivo produzir um determinado efeito, o qual é denominado produto do processo”, dessa forma a empresa pode ser visualizada como um processo, existindo dentro dela vários outros processos. Aplicando este conceito ao tema deste trabalho, a construção é um processo cujo objetivo é a fabricação de um bem, o edifício, e o projeto é uma causa deste processo, que pode também ser analisada como um processo individual, que se alimenta de outras causas, que podem ser divididas em famílias como: insumos, equipamentos,

informações do processo ou medidas, condições ambientais, pessoas e métodos ou procedimentos, como está representado na FIG.3.13, denominada “diagrama de causa e efeito” ou “diagrama de Ishikawa”.



FIGURA 3.13 - Caracterização de um processo por meio do diagrama de causa e efeito (WERKEMA, 1995).

O controle de processos é exercido por meio do ciclo PDCA de controle de processos, que é um método gerencial de tomada de decisões necessárias para garantir o alcance das metas cujo objetivo é a sobrevivência de uma organização, a FIG.3.14 representa este ciclo.

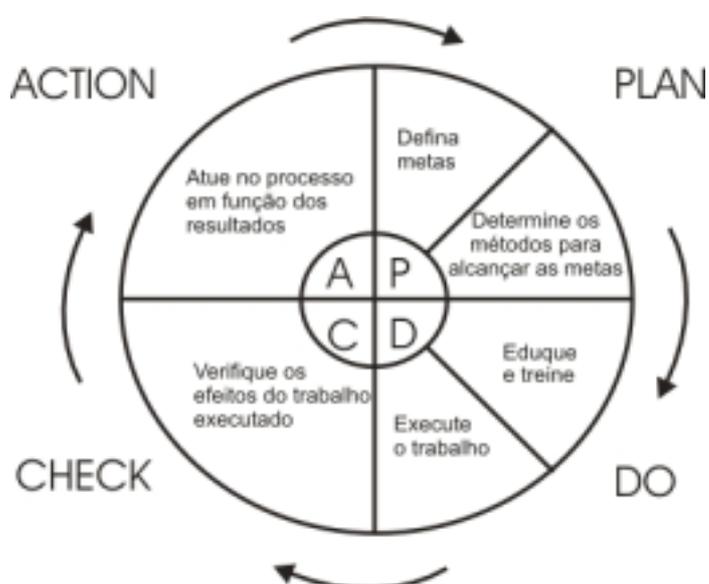


FIGURA 3.14 – Ciclo PDCA de controle de processos (WERKEMA, 1995)

Dentro da estrutura de trabalho do TQC foi desenvolvido o QFD - Desdobramento da Função Qualidade - para operacionalizar o planejamento da qualidade durante o desenvolvimento de produtos. Tem como principal objetivo dotar o produto de maior capacidade de atender às demandas dos clientes (externos e internos), além de procurar garantir sua qualidade durante seu processo de desenvolvimento.

A ação gerencial do planejamento da qualidade é dividida em oito etapas, o processo é alimentado permanentemente por informações e possui várias retroalimentações, como também decisões de continuidade ou não, como mostra a FIG. 3.15.

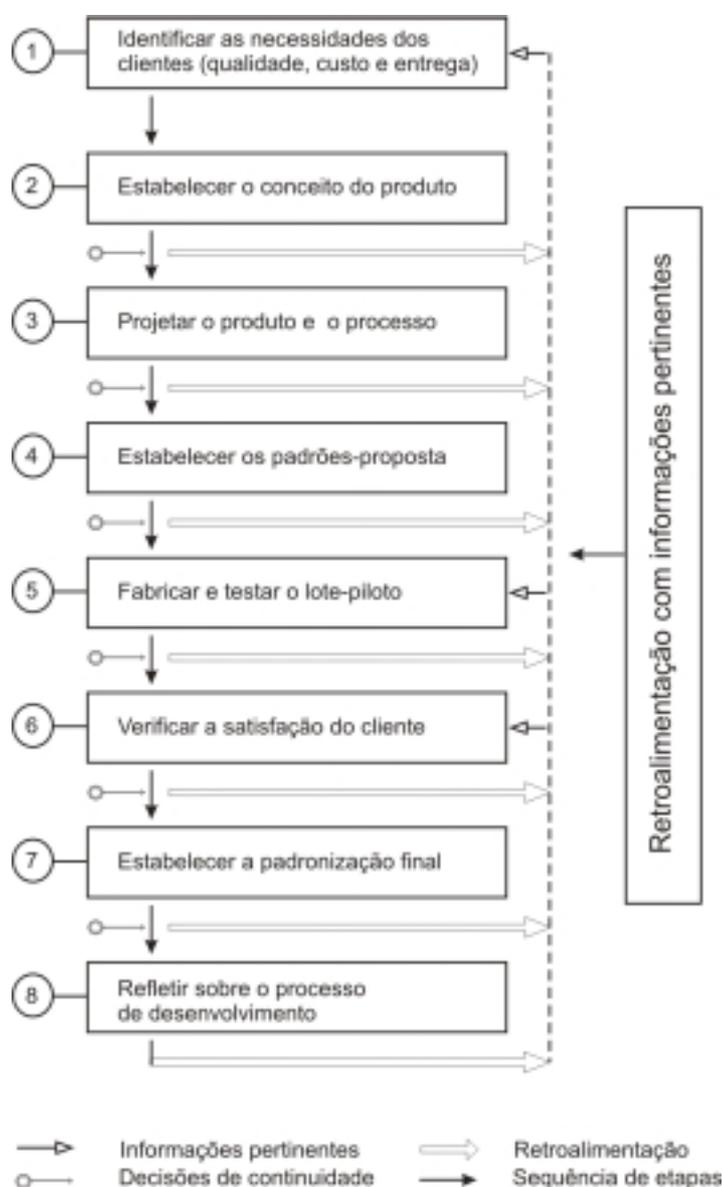


FIGURA 3.15 – As oito etapas do planejamento da qualidade (CHENG, 1995).

As oito etapas indicadas também podem ser dispostas na forma do ciclo PDCA, conforme FIG. 3.16

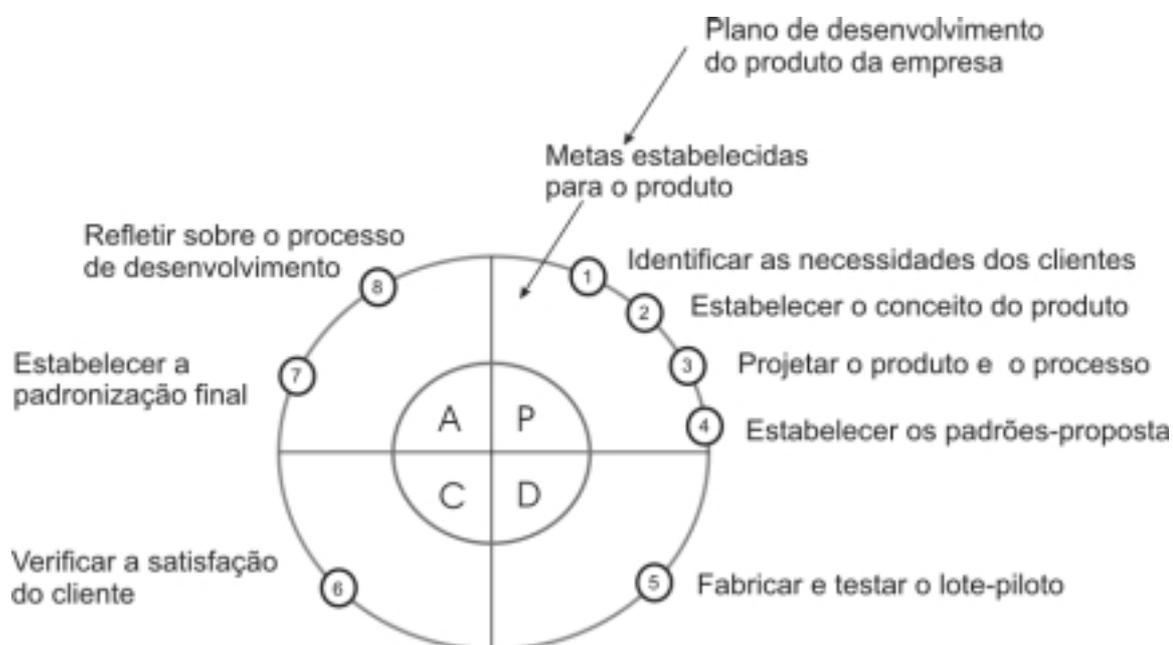


FIGURA 3.16 – Ciclo PDCA do planejamento da qualidade (CHENG, 1995).

O desdobramento da qualidade se inicia com a definição de metas para o produto, uma vez estabelecidas, a segunda etapa consiste em desdobramentos sucessivos que podem ser operacionalizados através de tabelas, matrizes e modelos conceituais

Para que fosse possível sistematizar o processo de tomada de decisões sobre as variáveis do processo construtivo e suas inter-relações, Yang et al (2003) pesquisaram a aplicabilidade da metodologia QFD, cujo potencial está em ser uma ferramenta capaz de auxiliar o desenvolvimento de uma estrutura e metodologia sistemática que apoia o processo de projeto lhe conferindo construtibilidade, rapidez e qualidade. A partir das exigências dos clientes chega-se ao detalhamento das operações, como é mostrado na FIG 3.17.

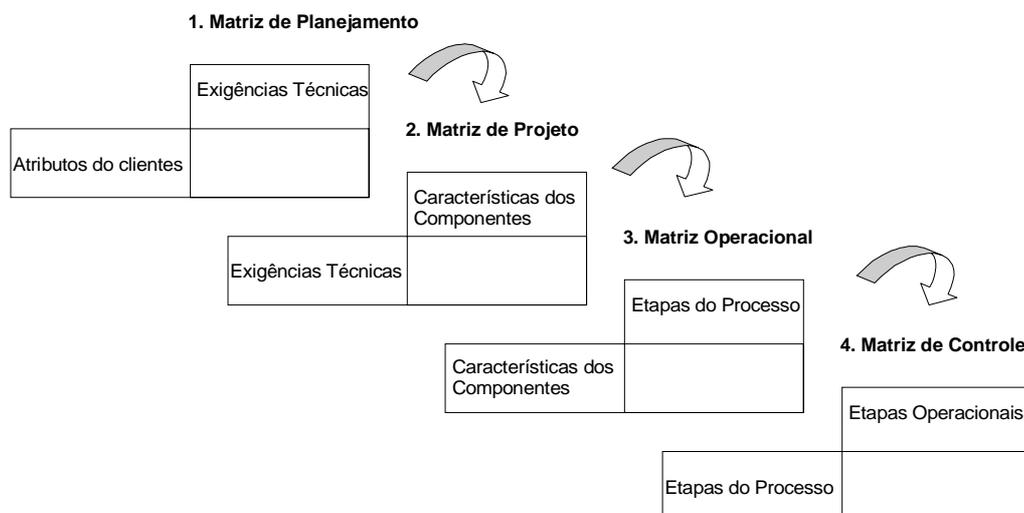


FIGURA 3.17 - Exemplo de um modelo conceitual do QFD (YANG et al., 2003).

A matriz mais conhecida dentro da ferramenta de planejamento de qualidade é a denominada de Matriz da Qualidade ou “Casa de Qualidade”. A FIG. 3.18 mostra a Matriz da Qualidade e as grandes etapas para a sua elaboração. Segundo Juran (1997) essas planilhas estão sendo cada vez mais usadas pelos planejadores de qualidade uma vez que apresentam muitas informações em um formato que permite leitura imediata.



FIGURA 3.18 – Exemplo de um modelo conceitual da Matriz da Qualidade (CHENG, 1995).

Estas etapas para elaboração da Matriz de Qualidade incluem a construção da tabela de qualidade exigidas e a definição da qualidade planejada. Além dessas, também incluem a construção da tabela de desdobramento das características da qualidade, a identificação do grau de importância atribuído a cada uma, a comparação com os concorrentes e o estabelecimento da qualidade projetada (CHENG, 1995)

#### 3.4.3.3 Ferramentas de Análise de Falhas

No desenvolvimento e gestão de um projeto com qualidade devem ser considerados o diagnóstico de falhas potenciais e estabelecimento de contramedidas, ou seja, prever de antemão problemas que ainda não ocorreram mas que são característicos do processo e produto considerado.

As próprias normas NBR ISO 9001 e NBR ISO 9004 consideram relevante e necessário o procedimento da análise de falhas e seus correspondentes efeitos, sugerindo inclusive a adoção de algumas ferramentas.

Para a utilização do Ciclo PDCA é recomendado o uso de ferramentas para coleta, processamento e disposição das informações necessárias à condução das etapas deste método de gestão. Para o entendimento do papel das ferramentas da qualidade dentro do ciclo PDCA, WERKEMA (1995) explica que “quanto mais informações (fatos e dados, conhecimentos) forem agregadas ao método, maiores serão as chances de alcance da meta e maior será a necessidade da utilização de ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor estas informações durante o giro do PDCA.

Desta forma, torna-se conveniente o emprego de procedimentos analíticos formais que auxiliem na detecção de erros e suas causas para posterior definição de medidas de controle e prevenção.

As ferramentas FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) e FTA, FIG.3.19, são utilizados no ciclo PDCA com o objetivo de melhorar resultados. Estas ferramentas são empregadas na análise de falhas (problemas) pertinentes ao projeto do produto ou em processos técnicos e administrativos, e funcionam como importantes ferramentas para

identificação das causas fundamentais dos problemas, a priorização das causas das falhas quanto à sua importância e risco e o estabelecimento de planos de ação para bloqueá-las (WERKEMA, 1995).

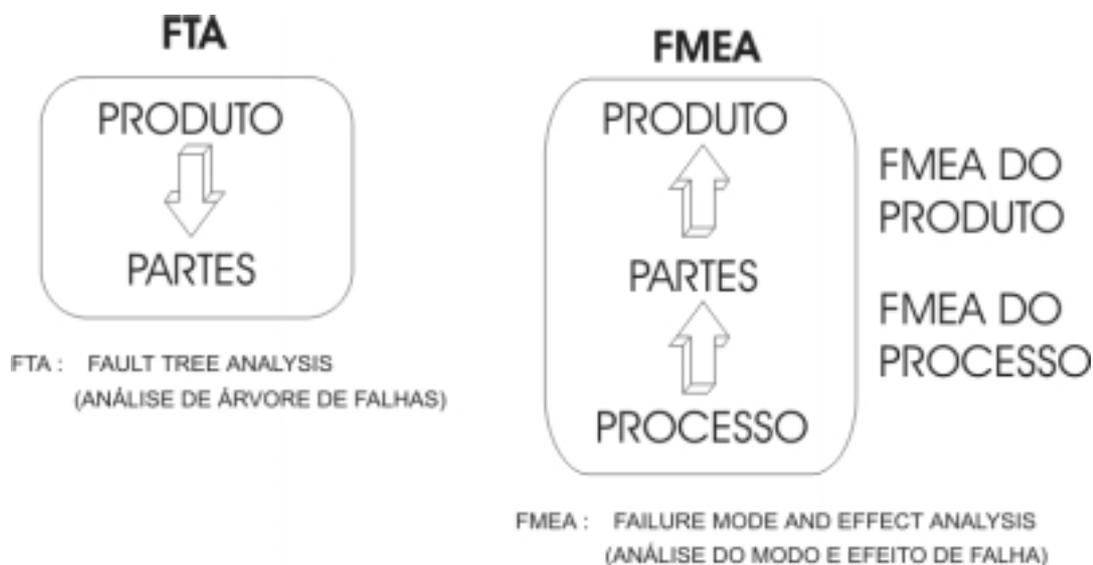


FIGURA 3.19 – As ferramentas FTA e FMEA (CHENG, 1995).

O uso da ferramenta FMEA consiste em identificar os modos de falha, suas causas básicas, seus efeitos, e qual o impacto desses efeitos no produto final. A análise de risco da falha consiste no produto de três variáveis, quais sejam: sua probabilidade de ocorrência, a gravidade de seus efeitos e a capacidade de ser detectada e bloqueada antes que seu efeito seja percebido pelo cliente. A partir dessa análise é determinado o índice de risco, sua hierarquização permite que sejam traçados planos de ação estabelecendo medidas preventivas. Os pontos problemáticos são enfocados a partir das causas, raciocinando na direção dos efeitos e de que maneira elas afetam os níveis superiores do sistema (VANNI, 1999).

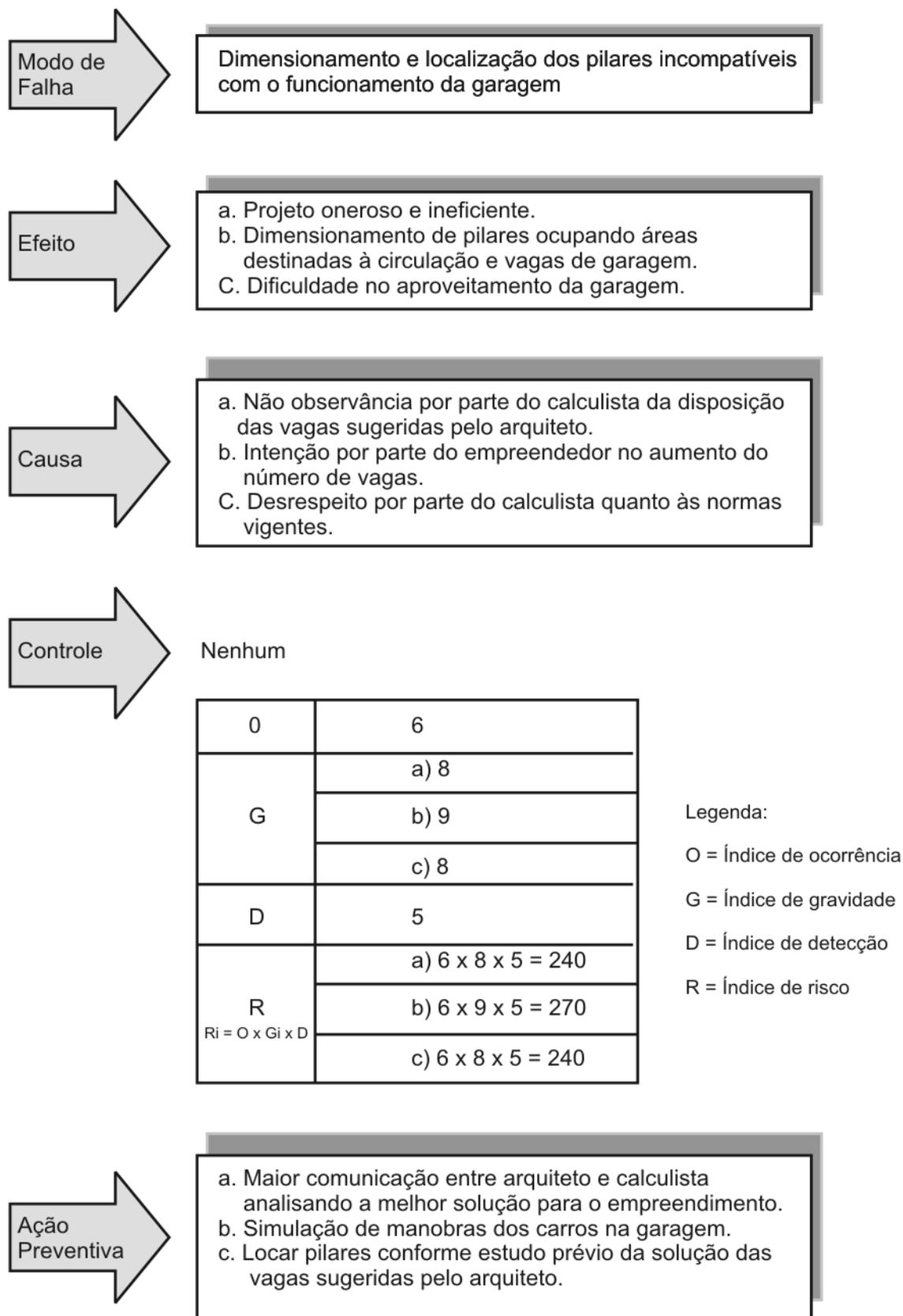


FIGURA 3.20 – Exemplo de aplicação da FMEA (VANNI, 1999)

VANNI (1999) chama atenção para o processo de hierarquização das falhas, ou seja, “uma falha com alto índice de gravidade não terá, necessariamente, alto índice de risco, pois a mesma pode ter baixa probabilidade de ocorrência. O mesmo ocorre se um modo de falha estiver com alto índice de detecção e baixo índice de ocorrência. Em ambos os casos o modo de falha terá baixo índice de risco”. Esta metodologia direciona para qual falha deverá ser dada uma maior atenção quando da elaboração do plano de ação e realização da análise preventiva.

FTA é uma ferramenta que tem por objetivo auxiliar na identificação das causas fundamentais das falhas de um produto/processo. Na construção da FTA, deve-se raciocinar de cima para baixo, ou seja, a falhas do produto/processo que está sendo analisada (denominada de “evento de topo”) é desdobrada a partir do nível superior para os inferiores, na forma de galhos de árvore (CHENG,1995). Deve-se raciocinar a partir do efeito na direção dos causas , conforme é mostrado na FIG.3.21 .

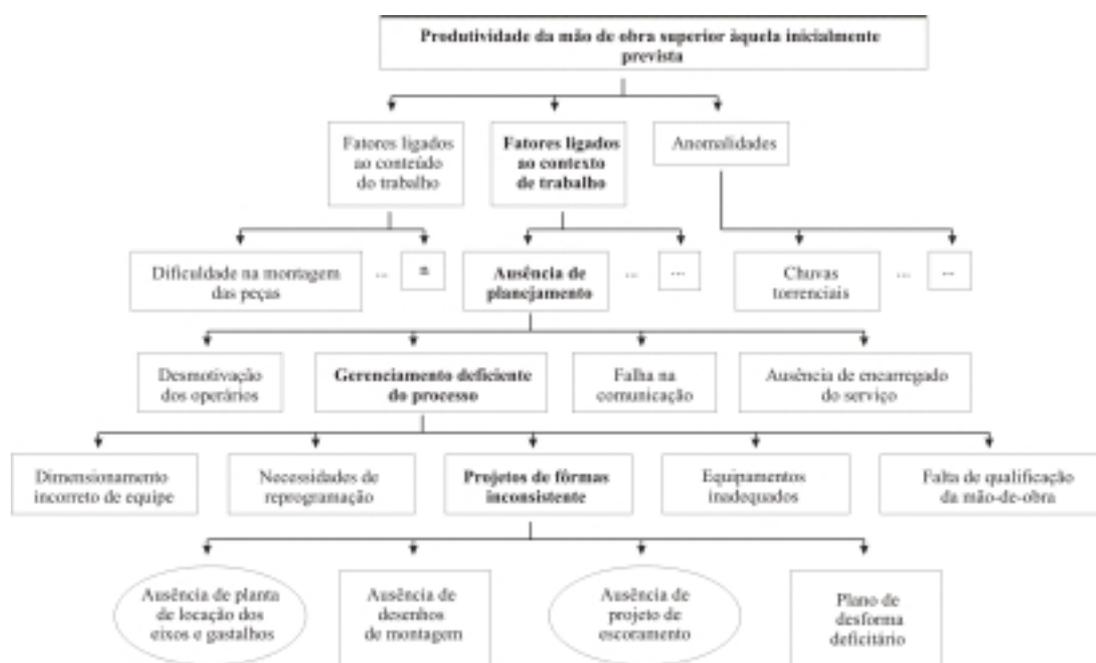


FIGURA 3.21 – Exemplo de aplicação da FTA (ARAÚJO et al.,2001).

Como forma de priorizar as necessidades, THOMAZ (2001) recorre a lista de análises de problemas, diagnosticando cada um em relação a suas potenciais consequências e

avaliando-os segundo uma escala que varia de 1 (desprezível) a 5 (muito importante) no que se refere à:

- “qualidade/ durabilidade/ desempenho global da obra acabada ou do próprio programa como um todo;
- segurança (dos trabalhadores, dos usuários da obra ou de terceiros);
- custos (tanto os diretos, como aqueles relativos à manutenção ou correção de patologias);
- programação/ produtividade;
- prazos”.

Assim para o caso de problemas relativos aos projetos, o autor sugere a TAB. 3.3 como exemplo.

TABELA 3.3 – Lista de análise de problemas relativos aos projetos (THOMAZ, 2001).

PROBLEMAS	Reflexo na:					
	qualidade	Seguranç a	custos	produtiv.	Prazos	soma
1. Muita demora no recebimento dos projetos						
2. Muita demora no recebimento de modificações						
3. Utilização de pranchas que foram substituídas						
4. Falta de detalhamento de alguns projetos						
5. Projetistas não tem visitado a obra						
6. Falta de projetos específicos						
7. Projetos com tecnologias desatualizadas						
8. Interferências entre projetos						
					TOTAL	
	5 muito importante	4 importante	3 médio	2 pequeno	1 desprezível	

A identificação dos problemas mais importantes permite a definição de metas e ações, o seus diagnósticos podem ser realizados através das técnicas já mencionadas (diagrama de Ishikawa, FMEA, FTA) ou de outras como MAMP – Método de Análise e Melhoria de Processos e 5M+D, sugeridas por THOMAZ (2001) e apresentadas a seguir.

TABELA 3.4: Método para análise e melhoria de processos , MAMP ( THOMAZ, 2001).

REQUISITOS	FERRAMENTAS
<b>1. CONHECIMENTO DO PROCESSO</b> (identificação das diferenças entre a solução atual e a situação desejada)	"Brainstorming" "Brainwriting" 3Q1POC ( o quê, quem, quando, por quê, onde, como?)
<b>2. SELEÇÃO DE PROBLEMAS</b> (escalonamento e quantificação dos problemas)	GUT (gravidade, urgência, tendência) Diagrama de pareto, curva ABC
<b>3. BUSCA DAS CAUSAS</b> (identificação das causas dos problemas)	"Brainstorming" Levantamento das possíveis causas
<b>4. GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS</b> (sugestão de ações corretivas, adaptativas ou provisórias)	"Brainstorming" "Brainwriting"
<b>5. AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS</b> (estabelecimento de critérios para a escolha da solução)	Matriz de decisão
<b>6. PLANEJAMENTO DE AÇÕES</b> (definição dos estágios de implementação)	3Q1POC (o quê, quem, quando, por onde, como?)
<b>7. IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO</b> (verificação dos resultados da solução implementada)	Avaliar se o problema foi eliminado ou reduzido, se o processo está funcionando bem como um todo

O método “5M + D”, adotado como um roteiro de análise, possibilita a identificação da área da atividade mais problemática através da investigação das causas de falhas e suas soluções, onde os problemas detectados estariam sempre relacionadas a:

- 1º M: Management (gerenciamento);
- 2º M: Method (processo);
- 3º M: Man (mão-de-obra);
- 4º M: Machine (equipamentos);
- 5º M: Materials (materiais);
- D: Design (projeto).

TABELA 3.5 – Exemplo de roteiro para resolução de problemas (THOMAZ, 2001).

<b>PROBLEMA:</b> Destacamentos entre alvenarias e pilares	
<b>Diagnósticos de causas relacionadas a:</b>	<b>Soluções/ Providências</b>
1. Processo - ferro cabelo muito espaçados - ferros cabelo de pequeno Ø	- adotar ferro com Ø 6mm, a cada 40cm, com arranque mínimo de 40cm na alvenaria, com penetração mínima de 6cm no concreto - engenheiro residente deve passar imediatamente esta instrução ao mestre e encarregados da alvenaria
2. Mão-de-obra - furos com profundidade muito pequena - furos desbitolados (inclinação da broca) - pouco contato da argamassa com o pilar	- mestre deve treinar operários para que a broca atue sempre perpendicularmente ao pilar - operários devem adotar gabarito para verificação da profundidade dos furos; mestre deve providenciar gabarito - mestre deve instruir operários para que os blocos sejam encabeçados com excesso de argamassa, assentados com pressão contra o pilar, com refluxo de argamassa
3. Equipamentos - furadeira com pequena potência	- substituir furadeiras por furadeiras de impacto
4. Materiais - argamassa com traço muito pobre - cola epoxy com elevado tempo de cura	- enriquecer o traço da argamassa com cimento, para os blocos em contato com pilares (cimento adicionado num canto da caixa de massa) - mestre passa essa instrução imediatamente para o encarregado - assim que terminar o estoque, engenheiro deve especificar no pedido de compra “cola à base de poliéster”
5. Projeto - não previu detalhe construtivo	- coordenador de obras deve comunicar projetista para inserir as técnicas 1 a 4 nos próximos projetos e memoriais
6. Gerenciamento - procedimento “Alvenaria de Vedação” não especifica este detalhe construtivo	- alterar procedimento, introduzindo a exigência de previsão deste detalhe construtivo - CQ intensifica verificação do cumprimento do detalhe (no mínimo, 20% dos encontros)

De uma forma geral, o conveniente emprego de procedimentos analíticos formais com o objetivo de se estabelecer planos de ação utiliza-se de estruturas lógicas de análise para detecção de falhas e correlação de suas causas, permitindo o devido controle do produto e processo evitando ou pelo menos minimizando as patologias e permitindo a redução de custos relativos a retrabalhos quando implementados ainda na fase de concepção e desenvolvimento do projeto.

#### 3.4.3.4 Avaliação Pós-Ocupação (APO)

ROMÉRO e ORSTEIN (2003) explicam a APO como uma série de métodos e técnicas que diagnosticam fatores positivos e negativos do ambiente no decorrer do uso, a partir da análise de fatores socioeconômicos, de infra-estrutura e superestrutura urbanas, dos sistemas construtivos, conforto ambiental, conservação de energia, fatores estéticos, funcionais e comportamentais, levando em consideração o ponto de vista dos próprios avaliadores, projetistas e clientes, e também dos usuários.

Assim a eficiência de aplicação da APO consiste em realimentar projetos semelhantes com fatores positivos e como ferramenta de controle de qualidade global do ambiente construído no decorrer de sua vida útil.

O diagnóstico dos fatores negativos definem recomendações que:

- “em primeiro lugar, minimizem, ou até mesmo corrijam, problemas detectados no próprio ambiente construído submetido a avaliação, através do estabelecimento de programas de manutenção e de conscientização do público usuário, da necessidade de alterações comportamentais, tendo em vista a conservação do patrimônio público ou privado;
- em segundo lugar, utilizar os resultados destas avaliações sistemáticas (estudos de casos) para realimentar o ciclo do processo de produção e uso de ambientes semelhantes, buscando otimizar o desenvolvimento de projetos futuros. Em outras palavras, a APO pode ser entendida como um método interativo que detecta patologias e determina terapias no decorrer do processo de produção e uso dos ambientes construídos, através da participação intensa de todos os agentes envolvidos na tomada de decisões”.

Dessa forma, a APO é entendida como parte integrante do processo projetual, fase de realimentação, seguida pela fase de produção e uso. “Do ponto de vista metodológico, o processo projetual é um círculo fechado, em que uma dada decisão a propósito de uma certa variável afeta e influencia uma ou mais variáveis distintas, implicando reações em cadeia, cujas consequências, benéficas ou não, devem prévia e criteriosamente ser avaliadas” ORNSTEIN (1992). Essa metodologia pode ser visualizada na FIG 3.21.

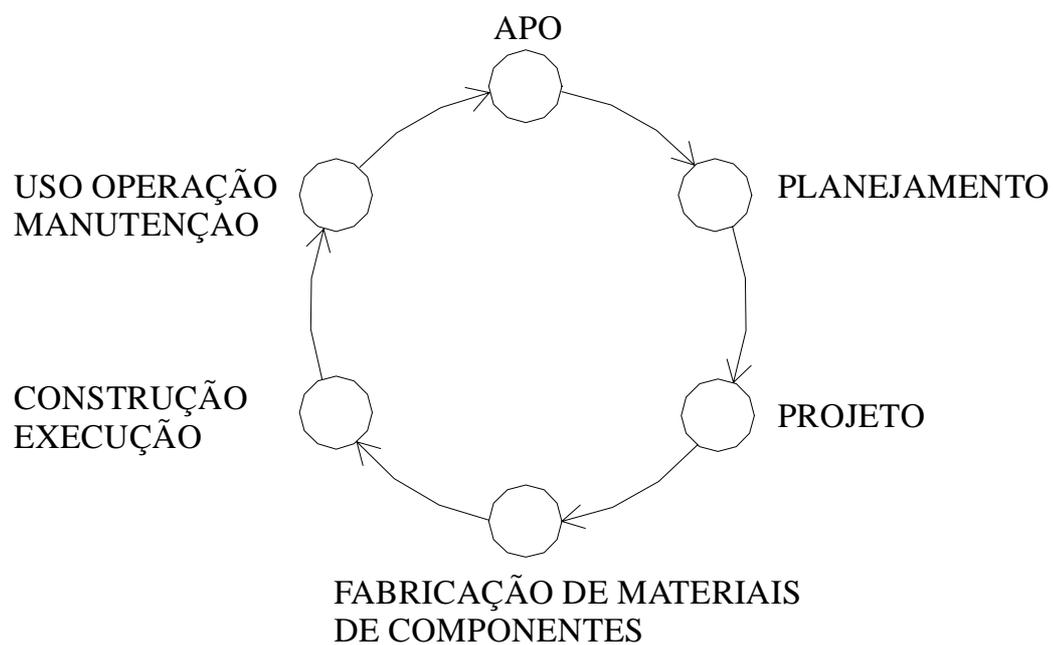


FIGURA 3.22 - Esquema da APO (ROMÉRO e ORSTEIN, 2003)

# 4

## **PROPOSTA METODOLÓGICA DE SISTEMATIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES TÉCNICAS E DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS**

Os procedimentos metodológicos utilizados para o levantamento dos dados necessários à implementação do sistema proposto para este trabalho consta de Estudo de Caso e sua complementação através de literaturas técnicas especializadas. A partir da escolha de um determinado sistema construtivo e análise do projeto procurou-se durante a execução da obra: detectar a ocorrência de falhas e identificar soluções construtivas que orientem a concepção de futuros projetos semelhantes. O resultado final gerou recomendações e diretrizes de projeto que devem ser disponibilizados através de um banco de dados para consulta dos projetistas sempre que se fizer necessário.

O sistema de informação aqui proposto permite a consideração dos vários fatores determinantes do processo projetual, ou seja, procura auxiliar na determinação dos requisitos e dos atributos do produto final através da seleção tecnológica. O benefício de se ter um banco de dados orientado à seleção tecnológica é imprimir uma maior

velocidade de decisão e assegurar o atendimento aos parâmetros de desempenho e qualidade através das recomendações técnicas.

JURAN (1997) define uma base de dados como “um corpo de informações derivadas dos ciclos anteriores de atividades e organizado para ajudar na condução dos ciclos futuros” e conclui afirmando que “uma boa base de dados é um recurso importante para os planejadores”.

A tecnologia construtiva implementada será a alvenaria estrutural, visto sua verificada aplicação em conjuntos habitacionais e em conformidade ao estudo de caso discutido posteriormente.

FRANCO (1992) cita sobre as várias tentativas de se alcançar eficiência e produtividade através da importação ou concepção de processos construtivos inéditos, contudo enfatiza dentre todos, o sucesso da alvenaria estrutural, que se tornou predominante na construção habitacional de interesse social, principalmente devido a sua simplicidade executiva e bom desempenho. Afirma “que estes processos construtivos podem representar uma solução coerente com nossa realidade para o déficit habitacional de nosso país”, além de ser, como o próprio autor afirma, “um vasto campo para trabalhar no sentido do aumento da racionalização, nível de industrialização, produtividade e qualidade”.

O Estudo de Caso constituiu-se de análise do projeto e levantamento de campo, cujo objetivo era verificar a existência de pontos problemáticos ocasionados por erros de projeto. Havendo um direcionamento em busca de falhas, este procedimento se deu de forma qualitativa objetivando a proposição de um banco de dados que permitisse consulta e análise de dados necessários ao desenvolvimento de outros projetos.

Através da bibliografia técnica disponível sobre o assunto, no caso alvenaria estrutural, foram levantadas soluções que poderiam ser adotadas com o intuito de melhorar o desempenho e qualidade da obra ou evitar o surgimento de patologias, além das

características técnicas e normalização referentes ao componente bloco de concreto e elemento alvenaria estrutural.

Numa visão global o trabalho foi estruturado em seis etapas, com mostra a FIG.4.1. A proposta metodológica teve os seguintes aspectos como princípios básicos:

- estudar o processo de construção a partir do projeto como forma de redução de custos e melhoria do desempenho;
- diminuir a ocorrência de falhas e patologias oriundas de projeto;
- facilitar o acesso a novas tecnologias construtivas;
- compatibilizar projetos;
- adotar soluções construtivas racionalizadas e coerentes com o princípio da construtibilidade.

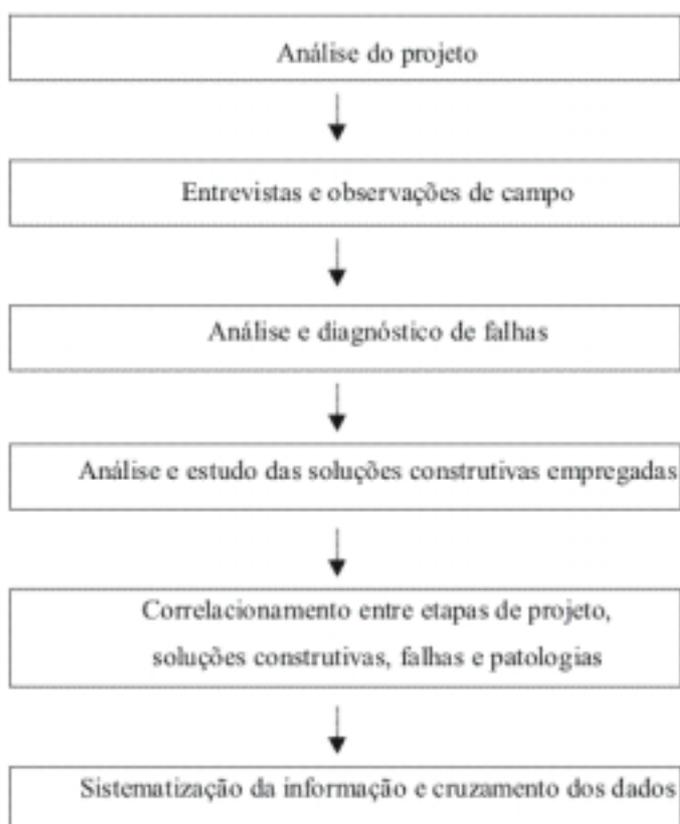


FIGURA 4.1 - Estruturação do trabalho.

Dentre o que foi discutido fica claro a importância dos seguintes condicionantes no desenvolvimento de um projeto com qualidade:

- exigências dos usuários;
- necessidades do empreendimento, condicionantes do meio físico e restrições legais e normativas;
- requisitos e critérios de desempenho;
- definição das tecnologias construtivas;
- características técnicas do processo construtivo, atendimento às prescrições da normalização técnica;
- estruturação formal para organização e análise de informações relativas aos processos construtivos;
- patologias mais frequentes;
- compatibilização de projetos;
- aplicação de diretrizes de racionalização;
- maximização da relação custo/benefício.

Considerada etapa necessária na elaboração do projeto, o projeto do processo é parte integrante e inicia-se simultaneamente ao projeto do produto. Para uma eficiente alimentação do processo devem ser registradas tanto as soluções técnicas que obtiveram bons resultados e apresentaram nível de desempenho compatível com as exigências dos usuários como também as soluções nem tão eficientes que podem gerar inclusive a ocorrência de patologias, nesse ponto é percebida a necessidade e importância da retroalimentação do projeto com dados da obra e do uso.

Inicialmente o sistema proposto foi pensado como uma forma de disponibilizar para outros empreendimentos as recomendações e parâmetros levantados para o estudo de caso realizado nesta pesquisa. Como ponto de partida os dados inseridos são referentes a alvenaria estrutural. Contudo o programa se tornou amplo o suficiente para permitir a inserção de dados diversos aos incluídos aqui, referentes a qualquer elemento ou componente construtivo.

O registro das informações e soluções construtivas visam formar uma memória técnica para a empresa e possibilitam realimentar o processo de projeto relativamente à adequação do detalhamento do projeto, construtibilidade, interfaces com outros projetos

e ocorrência de patologias provenientes de projeto. A complementação através de informações obtidas em bibliografias só vem a agregar conhecimento ao profissional que pretende se manter atualizado.

Obviamente as informações geradas sempre dependerão da análise crítica do projetista, que deve manter o banco de dados sempre atualizado. Assim como deve existir veracidade e qualidade nas informações arquivadas, prevendo os possíveis riscos da utilização de parâmetros equivocados.

## **4.1 Definição das informações necessárias no processo de projeto**

A atividade de projeto tem como princípio o levantamento de informações e sua hierarquização. O projeto é uma resposta a esses dados de entrada como forma de solução dos problemas propostos. Além disso o conhecimento das técnicas construtivas e a correta adoção das tecnologias disponíveis e coerentes com a realidade social do país, junto à outros fatores dentro do ciclo de construção, garantem o sucesso do empreendimento. Contudo a desinformação e o empirismo são práticas dominantes no meio técnico. O projeto normalmente é desenvolvido sem um estudo aprofundado que lhe garanta maior objetividade e eficiência, para que ocorram mudanças nesse cenário é necessário que sejam analisados todos os fatores que atuem na sua concepção. Nesse capítulo discutiremos conceitos e atividades necessários ao desenvolvimento do projeto.

### **4.1.1 Programa de necessidades**

O programa de necessidades deve obedecer à critérios de custo e aos condicionantes físicos e culturais da região, e das variáveis introduzidas pelo programa funcional do empreendimento.

SILVA (1995) explica que ao se elaborar o programa de necessidades deve-se levar em conta tanto as demandas dos usuários como também as necessidades identificadas pelo gerador do processo (incorporador, investidor, etc.), pelo projetista e pelo executor da obra. Explica ainda que “o programa de necessidades resultante deverá assumir um

nível de detalhamento tal que permita direcionar a concepção até o nível da especificação de produtos que deverão compor a edificação”.

WALKER (1984) citado por FRANCO (1992), demonstra a importância da assimilação dos objetivos dos clientes, uma vez que cabe à eles a decisão sobre qual peso dar a cada um dos condicionantes, principalmente o preço, qualidade e tempo. A partir destes condicionantes, devem ser quantificados objetivamente parâmetros de execução, visto que são de fundamental importância para o desenvolvimento do projeto sua clara definição, o que é percebido desde as decisões “mais elementares até aquelas mais fundamentais, como a escolha do processo construtivo para a execução do empreendimento”, como é observado por FRANCO (1992).

As exigências dos clientes estão relacionadas com qual tipo de cliente que gerou a demanda, se o próprio usuário ou se uma construtora, que repassa o produto/edificação aos seus clientes, de uma forma geral estas exigências podem ser divididas em três requisitos: habitabilidade, segurança e custo.

Em cada caso os atributos desejados podem ser diferenciados de acordo com a expectativa. É o caso por exemplo da Habitação de Interesse Social, onde os usuários normalmente não participam das decisões de projeto que são invariavelmente definidas pelo custo final e verba disponível. Sendo conhecida essa variabilidade, é apresentada a seguir uma lista geral de exigências dos usuários utilizada como referência no desenvolvimento deste trabalho e retirada do Projeto 02:136.01.001:2004 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: requisitos gerais:

#### A. Segurança

- Segurança estrutural
- Segurança contra o fogo
- Segurança no uso e operação

#### B. Habitabilidade

- Estanqueidade

- Conforto higrotérmico
- Conforto acústico
- Conforto lumínico
- Saúde, higiene e qualidade do ar
- Funcionalidade e acessibilidade
- Conforto tátil

#### C. Sustentabilidade

- Durabilidade
- Manutenibilidade
- Adequação ambiental

### **4.1.2 Requisitos e critérios de desempenho**

A proposta de norma de desempenho (2004), citada anteriormente, define requisitos de desempenho como sendo as “condições qualitativas que devem ser cumpridas pela habitação, a fim de que sejam satisfeitas as exigências do usuário”.

Define também, critérios de desempenho como “conjunto de especificações e procedimentos que visam representar tecnicamente as exigências do usuário segundo as normas técnicas vigentes. São expressos de forma a possibilitar a análise objetiva do atendimento ou não às exigências estabelecidas”.

SOUZA (1981) ressalta que para cada uma das exigências dos usuários haverá um conjunto de condições de exposição relacionados, ou seja, “no caso da exigência conforto térmico as condições de exposição serão caracterizadas pelo conjunto de variáveis climáticas que ocorre no período de verão e inverno numa dada região. Esse conjunto de variáveis é composto de: temperatura do ar, umidade relativa, insolação, radiação solar, ventos e precipitações”. A TAB 4.1 apresenta uma listagem sugerida por SOUZA (1981) identificando os principais agentes atuantes sobre uma edificação segundo sua natureza e origem.

Tabela 4.1 – Agentes atuantes na edificação

Natureza \ Origem	Exterior à Edificação		Interior à Edificação	
	Atmosfera	Solo	Impostos pela Ocupação	consequência da Concepção
1. Agentes mecânicos				
1.1 Gravidade	Cargas de neve, de água da chuva	Pressão do solo, de água	Sobrecargas de utilização	Cargas permanentes
1.2 Forças e deformações impostas	Pressão de gelo, dilatações térmicas e higroscópicas	Escorregamentos, recalque	Esforços de manobras	Retrações, fluência, forças e deformações impostas
1.3 Energia cinética	Vento, granizo, choques exteriores		Choques interiores, abrasão	Impactos de corpo mole
1.4 Vibrações e ruídos	Ruídos exteriores	Vibrações exteriores	Ruídos interiores Vibrações interiores	Ruídos da edificação Vibrações da edificação
2. Agentes eletromagnéticos				
2.1 Radiação	Radiação solar			
2.2 Eletricidade	Raios	Correntes parasitárias	Lâmpada, radiação nuclear	Painel radiante Correntes de distribuição
2.3 Magnetismo			Campos magnéticos	Campos magnéticos
3. Agentes térmicos	Reaquecimento, congelamento Choque térmico	Reaquecimento, Congelamento	Calor emitido, cigarro	Aquecimento, fogo
4. Agentes químicos				
4.1 Água e solvente	Umidade do ar, condensação, precipitação	Água de superfície Água subterrâneas	Ações de lavagem com água, condensações, detergentes, álcool	Águas de distribuição, águas servidas, infiltrações
4.2 Oxidantes	Oxigênio, ozônio, óxidos de nitrogênio		Água oxigenada	Potenciais eletroquímicos positivos
4.3 Redutores		Sulfatos	Agentes combustíveis Amônia	Agentes combustíveis, potenciais eletroquímicos negativos
4.4 Ácidos	Ácido carbônico, Excremento de pássaros, ácido sulfúrico	Ácido carbônico	Vinagre, ácido cítrico, ácido carbônico	Ácido sulfúrico Ácido carbônico
4.5 Bases		Cálcio	Soda cáustica	Soda cáustica
4.6 Sais	Névoa salina	Nitratos, fosfatos, Sulfatos	Cloreto de sódio	Cloreto de cálcio, sulfatos, gesso
4.7 Materias inertes	Poeira	Calcário, sílica	Gorduras, óleos, tintas, poeira	Gorduras, óleos, poeiras, sujeira
5. Agentes biológicos				
5.1 Vegetais	Bactérias, grãos	Bactérias, bolor, cogumelos, raízes	Bactérias, plantas domésticas	
5.2 Animais	Insetos, pássaros	Roedores, vermes	Animais domésticos	

Esse estudo detalhado permite que sejam tomadas decisões acertadas principalmente quanto a escolha das tecnologias a serem utilizadas, na medida em que devem atender a parâmetros objetivos e bem definidos. A sua implementação apesar de inicialmente trabalhoso devido a quantidade de variáveis e situações possíveis, pode se tornar mais fácil com o tempo a partir do registro das situações, que podem se repetir no tempo em projetos semelhantes.

#### **4.1.3 Seleção Tecnológica**

A seleção tecnológica é um processo de tomada de decisão baseado em um conjunto sistematizado de conhecimentos que envolve uma série de aspectos da edificação relacionados ao sistema construtivo, materiais e componentes utilizados, incluindo sua composição, dimensões, assim como as inter-relações entre os mesmos. Este é desenvolvido no início da etapa do processo de projeto a partir da idealização do que se quer alcançar com o empreendimento, e deve contar com instrumentos que proporcionem aos responsáveis pela decisão uma análise objetiva das alternativas tecnológicas que estão ao alcance da empresa.

Ao se criar espaços, devem estar definidas as tecnologias construtivas que serão utilizadas e suas implicações. Percorrer o caminho inverso, ou seja, criar espaços e formas, e depois procurar adaptar uma determinada tecnologia a essas definições desconsidera a racionalização e construtibilidade do processo e contribui para que ocorra retrabalhos e desperdícios.

A seleção tecnológica envolve, entre outras decisões, a escolha do sistema construtivo, a definição de critérios para a modulação e a segmentação dos principais sub-sistemas em componentes. Os fatores que influenciam e devem ser considerados na decisão podem ser agrupados em mercadológicos, econômicos-financeiros e técnicos. Os fatores mercadológicos são aqueles que determinam a aceitação de um sistema, sub-sistema ou mesmo de um empreendimento por parte dos vários clientes externos. Os econômicos-financeiros devem contemplar, entre outros, o investimento inicial, condições de amortização, produtividade, confiabilidade dos prazos de execução, custo do projeto,

custo da mão de obra, custos futuros de operação e manutenção. Por sua vez, os fatores técnicos compreende a viabilidade técnica e o desempenho do sistema ou sub-sistema na medida em que deve atender aos requisitos durante toda a vida útil do empreendimento (FORMOSO e TZORTZOPOULOS, 2001).

É importante que a maior parte das definições relacionadas á tecnologia, sejam tomadas no início do processo, e assim agregue benefícios consideráveis aos projetos, o tempo despendido no início é recompensado no produto final na forma de desempenho e qualidade. Os estudos de viabilidade técnica e econômica são apoiados pelas atividades de seleção tecnológica no custeio do empreendimento.

No entanto, as decisões adotadas relativas á seleção tecnológica, normalmente são influenciadas por preconceitos, atitudes e conhecimentos pessoais. Estes paradigmas acabam criando uma demanda de produtos habitacionais não condizentes com as necessidades reais, uma vez que se exprimem em função de respostas tradicionais, nem sempre as mais indicadas para aquele empreendimento específico.

A definição de tecnologia apropriada tem sentido prático só quando relacionada a um conjunto de circunstâncias específicas de tempo, lugar e cultura. A relação tecnológica é, na prática, um processo que se dá dentro de um circuito de fluxos de informação que provoca diversas decisões em torno de quatro questões básicas: o que produzir, como produzir, com que produzir e para quem produzir (CARNEIRO et al. 1984).

#### **4.1.4 Projetos para a produção**

Entre o projeto e a execução existe a necessidade de um elo, que seja capaz de passar as informações contidas em papéis para a realidade da obra, que dê continuidade ao processo de construção sem passar pelo abismo que as vezes separa o escritório do canteiro de obras. O projeto voltado para a produção deve ser coerente com as tecnologias utilizadas, com o tempo de execução e com o espaço físico disponível.

Segundo AQUINO e MELHADO (2003) o conceito de projeto voltado a produção surgiu na indústria seriada com algumas terminologias tais como *Design for Production*, *Designing for Production* ou *Design for Manufacture*, mas todas com propostas semelhantes.

MELHADO (1994) apud AQUINO e MELHADO (2003) introduziu o conceito de Design for Production (projeto para a produção) na construção de edifícios definindo-o como um conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo e que traz essencialmente elementos da atividade de produção como disposição e sequência das atividades, frentes de serviço, arranjo e evolução do canteiro, dentre outros. Diferentemente dos projetos chamados projetos do produto, que mostram o aspecto do produto final, indicando o que fazer, os projetos para produção objetivam a responder como fazer, cuja finalidade é aproximar o projeto do produto da produção. Estão implícitos elementos como melhoria de qualidade, redução de custos e diminuição de perdas, aumento da produtividade e facilidade de execução.

MARTINICH (1997) apud AQUINO e MELHADO (2003) descreve a filosofia do *Designing for Production* (projetando para a produção), caracterizando-a como uma filosofia de projeto no qual o projetista pensa como o produto será fabricado, projetando-o de modo que problemas potenciais de produção causados pelo projeto possam ser resolvidos ainda no processo de projeto e não durante a produção.

STOLL (1991) apud AQUINO e MELHADO (2003) utiliza o conceito de Design for Manufacture (projeto para manufaturabilidade) para reafirmar a interação necessária entre projeto do produto e o processo de fabricação na tentativa de otimização do produto e do processo quanto ao custo, qualidade e produtividade. Ele reconhece que:

- o projeto é o primeiro passo para a produção;
- todas as decisões de projeto, se não forem consideradas cuidadosamente, podem causar custo extra de produção e perda de produtividade;
- o projeto de produto deve envolver outros intervenientes no processo, integrando-os de modo que a produtividade não seja afetada.

As soluções desenvolvidas nos projetos além de intimamente relacionadas com a construção devem ser compatíveis entre os vários elementos de uma obra. O projetista, como já foi dito, deve ter conhecimento da relação existente entre os vários projetos, procurando equacionar de antemão as variáveis envolvidas.

Quando se resolve de forma conjunta espaços e construção pretende-se aprimorar o ato de projetar, atribuindo-lhe caráter mais dinâmico e focado na realidade da construção, para isso o conhecimento das técnicas de construção é de suma importância assim como o acompanhamento das inovações tecnológicas e o acompanhamento da execução.

#### **4.1.5 Padronização das soluções construtivas de projeto**

A padronização de processos e detalhes construtivos, depois de verificados sua eficiência e desempenho, leva a uma maior racionalização do processo de projeto e execução, e à semelhança de outras medidas já citadas, traz consigo benefícios no que diz respeito a diminuição de falhas, desperdícios de materiais e tempo.

A repetição de soluções traz o benefício da rapidez e segurança para o projetista que especifica um processo já desenvolvido e testado, contudo não deve ser fator de acomodação, se estas mesmas soluções se encontram obsoletas frente à novas tecnologias.

Segundo FRANCO (1992) “a averiguação das soluções e procedimentos adotados em antigos projetos e durante a fase de uso e manutenção do edifício é uma importante fonte de informações para a evolução dos processos construtivos, bem como para a constante melhoria da qualidade das construções elaboradas”.

É fundamental, portanto, que as empresas e projetistas gerem memória técnica, através de procedimentos de documentação, e que estejam sempre atualizados frente as inovações do mercado. As tecnologias e padrões devem ser incansavelmente estudados para que se adote a melhor solução custo-benefício.

#### 4.1.6 Diagnóstico de falhas no projeto

As manifestações patológicas, conforme apresentado anteriormente, podem ter sua origem tanto em falhas intrínsecas aos seus materiais constituintes quanto à falhas de execução e a deficiências de projetos. Nesse último aspecto, o principal problema pode ser a falta de detalhamento, omissões ou equívocos dos projetos relativos aos materiais e às técnicas construtivas, conforme a TAB 4.2. Detalhes construtivos apropriados devem ser projetados levando-se em conta a atual tendência de flexibilização das estruturas, a velocidade requerida para as obras e o comportamento físico dos novos materiais.

TABELA 4.2 – Falhas típicas de projetos apontadas por empresas construtoras (FRUET, 1993 apud THOMAZ, 2001).

<b>Tipo de problema</b>	<b>Percentual</b>
Incompatibilidade entre diferentes projetos	53
Erros ou diferenças de cotas, níveis, alturas	53
Especificação falha de materiais e componentes	26
Falta de especificação de materiais e componentes	47
Detalhamento inadequado dos projetos	47
Falta de detalhamento dos projetos	48

A verificação da eficiência do projeto e por conseguinte a ocorrência de falhas deve ser levantada tanto na execução da obra como durante a fase de uso. O registro dessas falhas geram diretrizes para outros projetos, os fatores positivos devem ser cadastrados e recomendados para projetos semelhantes; e os fatores negativos, as falhas, erros ou patologias diagnosticadas no ambiente construído, são analisados e geram diretrizes para realimentar o ciclo do processo de produção.

#### **4.1.7 Registro e análise das Patologias**

Estabelecida a origem das patologias encontradas, fato que só pode ser conseguido após seu registro e análise, passa-se então ao levantamento de ações a serem tomadas, preventivas, quando ainda for possível, ou corretivas, mais onerosas e nem sempre tão eficientes.

O registro de patologias oriundas de projeto tem como objetivo a prevenção a partir da adoção de detalhes e técnicas construtivas aperfeiçoados, já que a correção deste tipo de falha durante a execução ou uso torna-se demasiado complicada e até mesmo onerosa.

### **4.2 Planificação das atividades e componentes da metodologia**

De uma forma geral sabemos que todo empreendimento da construção civil deve atender a critérios de segurança, habitabilidade e sustentabilidade. A retroalimentação com informações da execução e da avaliação pós-ocupação visam verificar o atendimento dos sistemas construtivos a esses critérios.

O levantamento e cadastramento das informações necessárias ao desenvolvimento de projeto com qualidade anteriormente relacionadas deveria ser prática corriqueira nas empresas e escritórios de projeto já que são fundamentais e inerentes à função de projetar. Mas nem sempre todos estes dados são tratados de forma objetiva e clara. No projeto arquitetônico o caráter artístico do projeto e a subjetividade das informações por vezes dificulta a racionalização do processo e a otimização dos recursos, preponderando o caráter artístico sobre o racional. O resultado como já foi dito várias vezes é o retrabalho, o desperdício, o surgimento de patologias que causam danos tanto às edificações como aos usuários, isso tudo num país onde a escassez de recursos e a demanda crescente por habitação é marcante.

A planificação de atividades aqui sugerida pretende colocar uma ordem de raciocínio, uma organização funcional da atividade de projeto, serve como referência para a implementação do sistema de banco de dados, cujo objetivo é auxiliar o profissional

projetista a tomar decisões embasadas em fatores objetivos e por vezes quantificáveis. Ela faz parte de um todo maior do que a parte efetivamente implementada neste trabalho. As atividades relacionadas devem também fazer parte de um processo maior de gestão gerencial e controle da qualidade.

Ao lado da implementação dos programas de gestão tecnológica e gestão da qualidade é necessário haver troca de conhecimentos entre construtores, consultores, engenheiros de produção, arquitetos e demais projetistas.

Entretanto, não se observa ainda, nos níveis requeridos, a suficiente aproximação entre a pesquisa aplicada e a indústria da construção, entre as construtoras e as indústrias de materiais, entre o projeto e a obra. Entre as deficiências técnicas que ainda inibem o pleno desenvolvimento da construção brasileira, pode-se apontar, além dos aspectos anteriores, o insuficiente estímulo a pesquisa multi-disciplinares e multi-institucionais, as dificuldades na produção e efetiva aplicação da normalização técnica brasileira, a relativa desorganização das bases de dados sobre materiais, processos e técnicas construtivas. Tudo culminando na insuficiente agregação de conhecimentos técnicos às práticas de projeto e construção (THOMAZ, 2001).

Tendo conhecimento que parte considerável dos problemas pode ser atribuído a omissões, falhas de detalhamento ou estudo insuficiente das interferências entre projeto, propõem-se a consideração destes dados em um sistema de gestão tecnológica, onde as informações armazenadas são geradas tanto por publicações técnicas quanto pela experiência dos projetistas. Tem por objetivo auxiliar no processo de projeto e ser parte integrante dele, além de permitir a incorporação adequada de tecnologia permite também que haja a retroalimentação com dados obtidos da execução ou uso da edificação.

Definida a função da edificação como a de satisfazer às exigências dos usuários, o edifício, seus elementos e componentes deverão atender, quando submetidos às condições de exposição, a determinados requisitos de desempenho. Tais requisitos serão expressos qualitativamente a partir da função específica que o elemento/componente

ocupa no edifício e à luz das exigências humanas. Elaborada a lista de requisitos de desempenho a serem atendidos pelo edifício, seus elementos e componentes, de forma qualitativa, a tarefa seguinte é a quantificação destes requisitos, estabelecendo-se assim os critérios de desempenho (SOUZA, 1981).

A variedade de combinações possíveis entre necessidades dos usuários e do empreendimento e condições de exposição é de difícil quantificação, sendo específico para cada empreendimento, no entanto pode haver coincidências e reutilização de soluções técnicas para demandas semelhantes, o que normalmente ocorre. No entanto, a inclusão desses dados num sistema de informações requer um estudo muito amplo de tais implicações o que levaria num primeiro momento a um atraso e desvio do desenvolvimento do trabalho não sendo portanto incluindo neste primeiro escopo do sistema.

Definidos os requisitos e critérios a serem atendidos pela habitação, seus elementos e componentes, é necessário que seja selecionado dentre a variedade de materiais e produtos atualmente disponíveis para a construção civil quais ou qual tecnologia atende as necessidades levantadas anteriormente.

A seleção tecnológica está associada a definição das formas, espaços e também ao desenvolvimento das soluções técnicas e construtivas, que visam atender aos critérios de desempenho. Então os componentes disponíveis deverão ser submetidos a métodos de avaliação que considere a adequação do sistema construtivo a parâmetros de projeto pré-estabelecidos como solicitações do empreendimento, condicionantes institucionais e normalização técnica.

A realização dessas atividades se inserem no início do processo de projeto, como é sugerido nesse trabalho. Para o caso em estudo foi utilizado uma expansão do Mapa Rodoviário do Planejamento da Qualidade de JURAN (1997), para a estruturação dos requisitos essenciais de organização do sistema de informações que auxilie no desenvolvimento de projetos, FIG.4.2. Assim, teremos os aspectos necessários à compreensão da etapa de planejamento interligados em cadeia cujas características são:

- o resultado de cada passo é um dado de entrada para o passo subsequente;
- os detalhes do inter-relacionamento são dispostos em planilhas que auxiliam a sua análise e compreensão;
- as causas do processo são itens de verificação, que devem ser medidos e controlados, enquanto seus efeitos são itens de controle, responsáveis pelo gerenciamento do processo, portanto são aplicáveis a cada passo, como também a toda sequência;
- cada atividade possui um papel triplo de cliente, processador e fornecedor.

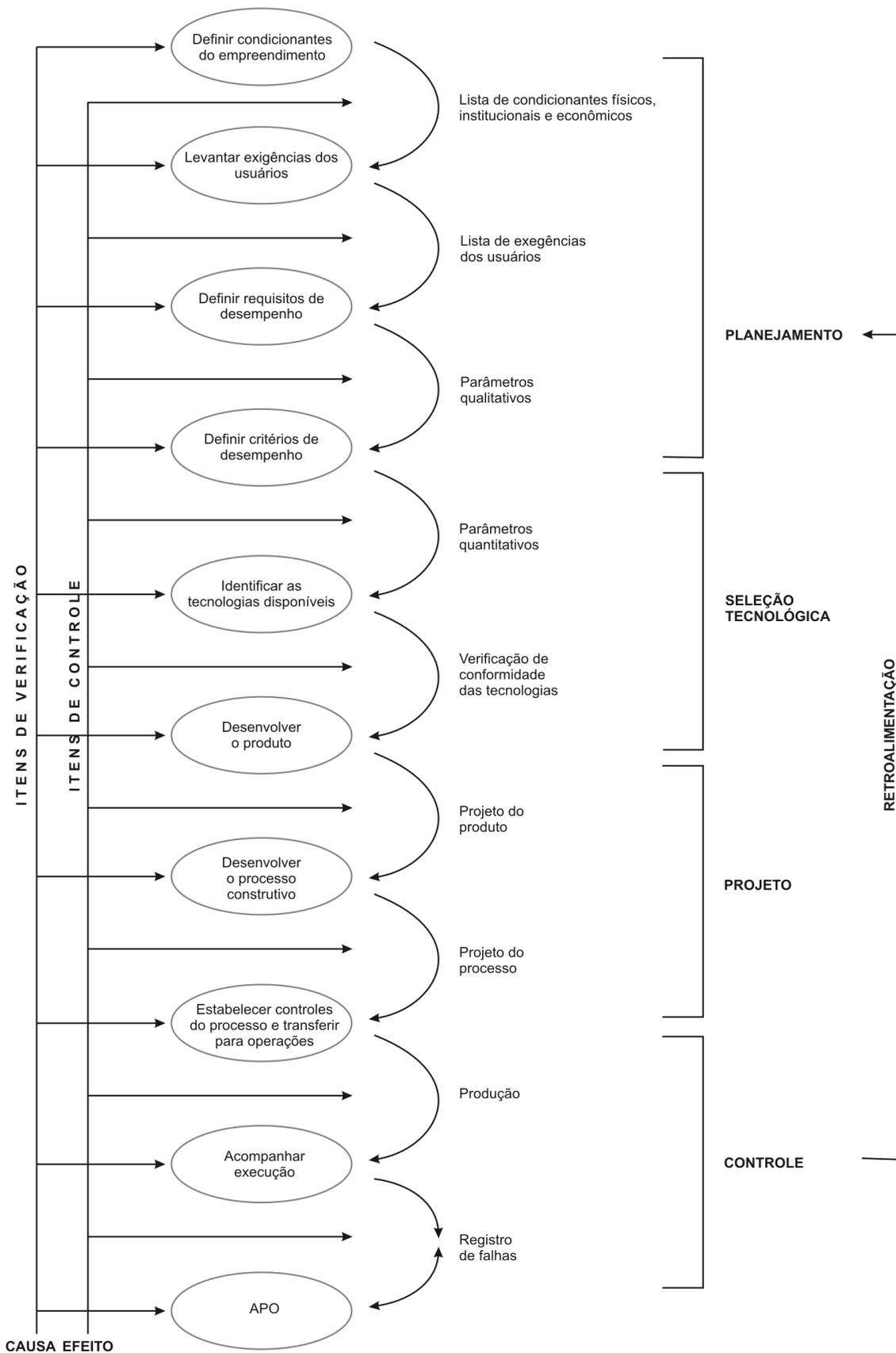


FIGURA 4.2 – Diagrama do processo de projeto.

É importante destacar que um item de verificação de um processo se torna um item de controle do processo anterior, WERKEMA (1995). E apesar do Mapa Rodoviário mostrar os passos de planejamento de forma consecutiva, com cada um seguindo-se cronologicamente ao outro, essa abordagem pode ser prejudicial como ressalta JURAN (1997), que sugere entre outras medidas a adoção do planejamento simultâneo, onde uma equipe de planejamento de base ampla trabalhe em todos os passos simultaneamente, ao invés de sequencialmente.

A atividade de projeto será aqui dividida em duas partes a saber: a primeira parte consta de itens de planejamento e seleção tecnológica do diagrama do processo de projeto, FIG 4.2, e o caminho a ser percorrido para se tomar decisões objetivas baseadas em dados quantificáveis, adaptado de SOUZA (1981); a segunda parte, que efetivamente será foco deste trabalho, explicita as planilhas que serão implementadas em um sistema de gerenciamento da informação, relativo ao projeto, contemplando as seguintes variáveis:

- características dos materiais e componentes;
- normalização técnica;
- detalhes construtivos;
- falhas nos projetos e patologias.

#### **4.2.1 Planilhas do processo de projeto**

Através do planejamento estruturado há um aumento na quantidade de informações, a serem levantadas, cada cliente tem uma gama de necessidades que varia no tempo e espaço. Para que essas necessidades sejam atendidas é necessário o desenvolvimento de características do produto e conseqüentemente do processo para que se alcance a meta definida. A combinação de todos os dados nos mostra um universo bastante amplo e complexo de problemas que devem ser estruturados de forma que possam ser melhor analisados e se tenha uma visão geral do empreendimento e uma visão pontual de cada diretriz levantada.

Sugere-se que sejam adotadas planilhas que facilitem primeiramente o direcionamento do projeto, ou seja, a formulação de diretrizes e quais critérios de desempenho serão

priorizados para determinado empreendimento, após cruzamento de exigências de usuários e condições de exposição como na FIG 4.3. Não se esquecendo de verificar também a disponibilidade dessa tecnologia na região de implantação da obra e considerações quanto a viabilidade econômica e atendimento a legislação urbana e ambiental.

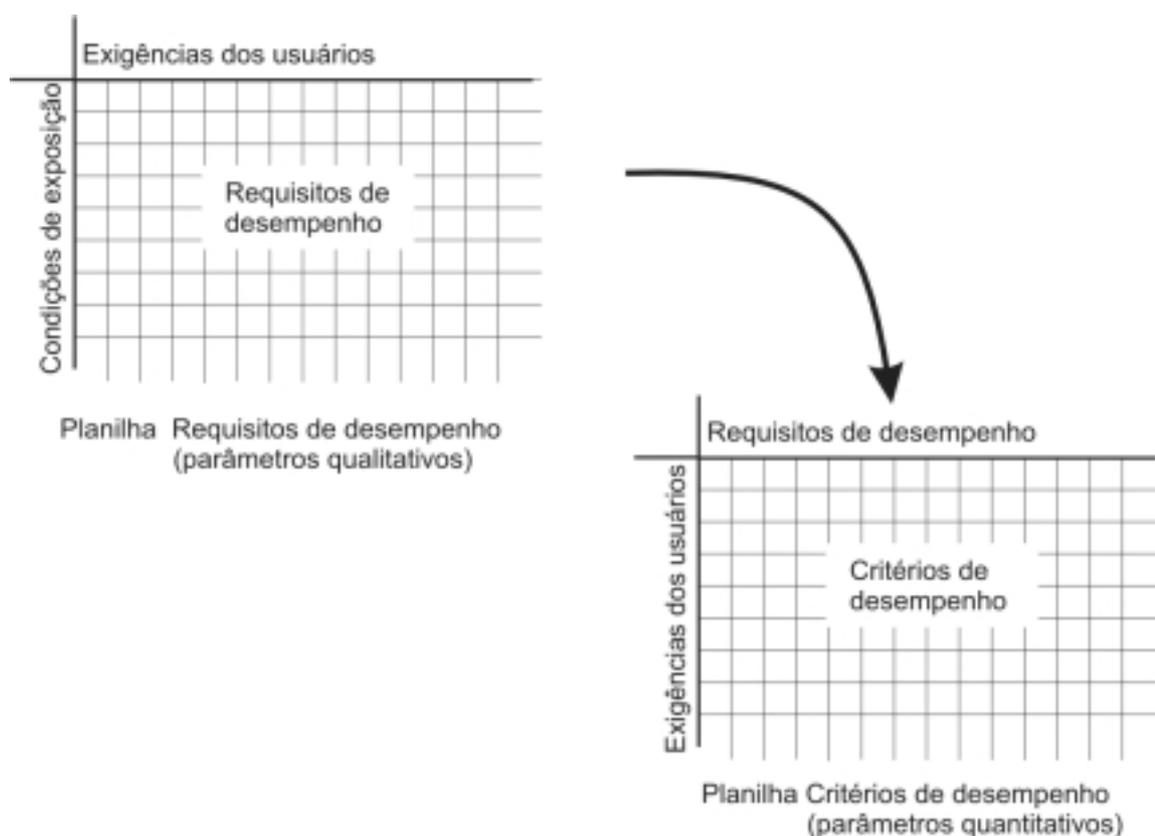


FIGURA 4.3 – Planilhas genéricas do Planejamento. Adaptado de SOUZA (1981).

Para as condições de conforto térmico, por exemplo, devem ser consideradas uma série de variáveis, limitando-as aos índices fisiológicos de conforto, devem ser conhecidas as seguintes condições: temperatura seca do ar, temperatura radiante média, umidade do ar e velocidade do ar.

Exemplificando para o caso do elemento cobertura, sendo o requisito a ser atendido a isolamento térmica em uma situação de inverno: a exigência do usuário seria expressa em termos de temperatura mínima que deve ser atendida no interior da habitação (ex.18°C); a condição de exposição seria expressa como a média das temperaturas mínimas atingidas na região climática onde se encontra o edifício (ex.8°C); o critério de

desempenho nasceria do cruzamento dessas duas situações e seria expresso em termos do coeficiente global de transmissão de calor a ser exigido da cobertura, ex.  $1,2 \text{Kcal/h.m}^2 \text{C}$  (SOUZA, 1981).

Definidos os requisitos e critérios a serem atendidos pela habitação, seus elementos e componentes, necessitam-se de métodos uniformizados de avaliação para verificar se tais produtos atendem aos requisitos e critérios fixados. Os métodos de avaliação podem ser estabelecidos a partir de ensaios e medidas ou através de cálculos (SOUZA, 1981). Devem ser conformes com as diretrizes das normalizações técnicas vigentes.

A seleção tecnológica ocorre justamente da verificação de atendimento das tecnologias disponíveis à esses parâmetros definidos anteriormente, como mostra a FIG. 4.4. O sistema construtivo selecionado deve atender também a condicionantes do projeto previamente identificados, parâmetros físicos (área disponível, área construída, funcionalidade, flexibilidade, localização, subsolo); institucionais (leis de uso e ocupação do solo, bombeiro); e econômicos (adequação ambiental, tempo de execução, custo).

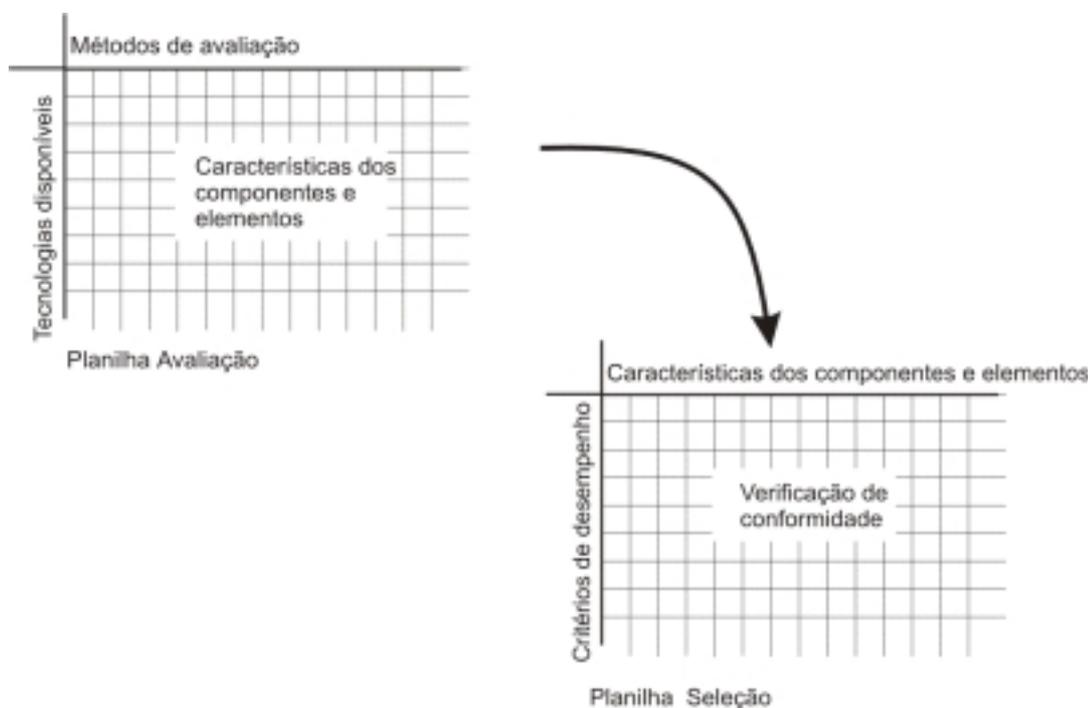


FIGURA 4.4 – Planilhas Seleção Tecnológica

Atualmente o planejamento do projeto onde são selecionados os materiais e componentes e definidos o padrão de qualidade e níveis de desempenho que se pretende atingir não passam por uma forma tão objetiva de decisão como a sugerida, sendo as decisões tomadas na maioria das vezes pela experiência do profissional em trabalhar com determinados sistemas construtivos, o que por vezes dificulta também a adoção de novas tecnologias pelo mercado consumidor.

Inicialmente pode ser mais trabalhoso levantar todas as exigências dos usuários, relacioná-las com condições de exposição, inferir requisitos e critérios de desempenho, para tão somente tomar decisões quanto a melhor tecnologia a ser utilizada. Contudo, o tempo gasto no planejamento pode ser recuperado quando da execução com a vantagem de não gerar desperdícios e retrabalhos, ganhando no fator qualidade e custo. Além do que, a partir do momento em que se tenha esses dados registrados há sempre a possibilidade de aproveitá-los em situações semelhantes.

Depois de definido o sistema construtivo, passa-se então ao projeto propriamente dito, a definição e dimensionamento de espaços e formas. As características dos processos construtivos devem ser detalhadamente estudadas para que se tire maior proveito da adoção da tecnologia utilizada. Devem ser também considerados os conceitos de racionalização, construtibilidade e projetos para produção, explicados anteriormente, na adoção das soluções construtivas. Estes devem ser coordenados entre os vários projetos e se possível padronizados, para se atingir o nível de racionalização e qualidade requeridos pelo empreendimento. A planilha que sintetiza esta função direcionada para o detalhamento e coordenação dos soluções construtivas é mostrada na FIG.4.5.

Etapas do processo de projeto	
Elementos e componentes	

FIGURA 4.5 – Planilha Projeto: estudo tecnológico

Por fim a ultima planilha relativa a atividade de controle é dirigida ao registro e análise de falhas principalmente relacionadas a patologias, FIG.4.6.

FIGURA 4.6 – Planilha Controle: registro de falhas e patologias

#### 4.2.2 Organização da informação

O propósito desse item é mostrar a forma como os dados devem ser arquivados para prover as planilhas de Seleção Tecnológica, Projeto e Controle

A partir da Planilha Seleção tem-se os parâmetros necessários para escolha dos componentes que atendam aquele determinado projeto. A matriz denominada Características dos Componentes armazena os dados que auxiliam a seleção tecnológica. Para o elemento Alvenaria estrutural, por exemplo, e componente blocos de concreto e cerâmico, temos a seguinte matriz:

Tabela 4.3 – Exemplo de matriz para as características dos componentes

Elementos	Características Componentes	Físicas		Mecânicas	
		Índice de absorção min. da alvenaria (%)	Peso específico aparente médio (Kg/m <sup>3</sup> )	Coefficiente de Poisson ( $\nu$ )	Módulo de deformação da parede Epa (Mpa)
Alvenaria Estrutural	Bloco vazado de concreto	7*	2200*	0.2*	4000*
	Bloco cerâmico	10*	1300*	0.29*	3200*

\*Fonte: ABCI (1990)

Este tipo de planilha preenchida para vários elementos e componentes permite a comparação e auxilia a seleção dos materiais que melhor atendem às solicitações do empreendimento proposto e aos critérios de desempenho definidos anteriormente.

Selecionados os componentes a serem utilizados, passa-se então a Planilha de Projeto. No desenvolvimento de um projeto após o planejamento e definição de todas as etapas anteriores, começa a ser desenvolvido o projeto arquitetônico, estrutural e de instalações prediais que deve ser conduzido de forma integrada e simultânea por um coordenador de projetos. O conhecimento e atendimento às normas técnicas é de fundamental importância para o desenvolvimento de cada projeto específico.

A Matriz Normalização apresenta a relação das normas brasileiras existentes na ABNT e também as principais normas estrangeiras que devem ser consultadas durante a elaboração do projeto e especificação e controle de qualidade dos materiais. As normas devem ser organizadas por elementos e componentes facilitando sua localização, como mostra a TAB 4.4. As normas que servem a mais de um componente ou elemento deve aparecer em ambas as listagens que podem ser consultadas individualmente.

TABELA 4.4 – Exemplo de matriz para a normalização técnica

Elementos	Componentes	Relação de normas
<b>Alvenaria Estrutural</b>	<b>Bloco vazado de concreto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NBR 6136 (1980) - Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural – Especificação</li> <li>• NBR 5712 (1982) - Bloco Vazado Modular de Concreto – Padronização</li> <li>• NBR 5718 (1982) - Alvenaria Modular. . Procedimento</li> <li>• NBR 8215 (1983) - Prismas de Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural. Preparo e Ensaio à Compressão – Método de Ensaio</li> <li>• NBR 8798 (1985) - Execução e Controle de Obras em Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto - Procedimento</li> <li>• NBR 10837 (1989) - Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto - Procedimento</li> </ul>

Na elaboração do projeto e arquivamento das informações devem fazer parte os conceitos de construtibilidade, racionalização e projeto para a produção. A TAB 4.4 relaciona as soluções decorrentes da escolha de um determinado processo construtivo, no caso alvenaria estrutural de blocos de concreto, às etapas de projeto. Reflete toda

consideração que deve ser feita ao elaborar o projeto pensando na execução, passando por especificações e incluindo a compatibilização com outros projetos.

O cruzamento da linha componentes à coluna etapas do processo de projeto abre um campo para relacionamento de um arquivo ou diretriz que pode ser referente ao detalhamento construtivo, especificação de materiais ou serviços, ou formas de execução. Apresentamos no Apêndice A exemplos de Fichas de Soluções Construtivas que foram elaboradas para este trabalho.

TABELA 4.5 – Exemplo de matriz para projetos voltados à produção

Elementos	Etapas do projeto Componentes	Alvenaria Estrutural			
		Aberturas, vergas e contravergas	Amarração entre paredes	Modulação dos blocos	Compatibilização com instalações hidráulicas
Alvenaria Estrutural	Bloco vazado de concreto	Aberturas com blocos modulares	Amarração modular entre paredes	Coordenação modular vertical;	Instalações embutidas
		Vergas pré-moldadas;	Amarração modular de canto	Coordenação modular horizontal	
			Amarração entre paredes empregando-se tela metálica		
			Amarração entre paredes empregando-se grampos		
		Amarração entre paredes empregando-se estribo			

O prolongamento dessa matriz provoca o cruzamento de informações entre elementos e consequentemente entre projetos, o detalhamento das interferências entre os projetos, permite sua compatibilização na fase inicial de desenvolvimento do projeto, principalmente o arquitetônico, evitando que ocorram futuros problemas pela desconsideração desses fatores.

Finalmente é necessário que se conheça as patologias mais frequentes sobre as tecnologias utilizadas. A TAB 4.6 apresenta a relação de patologias com as falhas de projeto, verificadas na análise de cada etapa de projeto tomada individualmente. O cruzamento de linha Patologias e colunas Etapas de Projeto à semelhança da TAB 4.5 permite o direcionamento para um arquivo específico, denominado neste trabalho de Ficha de Diagnóstico e exemplificado no Apêndice B.

TABELA 4.6 – Exemplo de matriz de patologias que podem ocorrer na construção civil relacionadas às etapas de projeto

Elementos	Etapas de projeto Patologias	Alvenaria Estrutural		
		Impermeabilização	Aberturas, vergas e contravergas	Compatibilização com instalações hidráulicas
Alvenaria Estrutural	Fissuras	Ascensão capilar de umidade do solo	Concentração de tensões no contorno dos vãos	Retração da alvenaria

A Ficha de Diagnóstico procura diminuir a ocorrência de patologias através de detalhes construtivos, especificações corretas de materiais e definições de projeto. As informações podem ser obtidas de bibliografias técnicas mas também deve haver a retroalimentação, com informações obtidas de fases de execução e utilização (APO). Para diagnóstico das patologias podem ser adotadas as técnicas citadas anteriormente na revisão bibliográfica.

Todas as tabelas devem passar pelo mesmo procedimento de retroalimentação e atualização das técnicas construtivas e tecnologias utilizadas. As planilhas devem ser constantemente revisadas, assim como a procedência e veracidade das informações que irão alimentar o banco de dados para que realmente possa trazer benefícios e não o contrário.

# 5

## **Estudo de caso**

O estudo de caso foi desenvolvido no Conjunto Granja de Freitas IV, gerenciado pela Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (Urbel), órgão executor da Política Municipal de Habitação da Prefeitura de Belo Horizonte. A Urbel produz novos assentamentos ou atua em assentamentos já existentes e os gerência sob várias formas. No caso do Conjunto Granja de Freitas IV, a Urbel gerenciou todo o processo de produção, repassando aos beneficiários a construção concluída.

Atualmente estudos mostram uma nova forma de se pensar o projeto tecnológico de unidades habitacionais quanto a produção em série, dentro do conceito de função social da habitação. Mais do que morar, as edificações e residências devem servir a população de uma forma geral, contribuindo para o bem estar tanto físico como psicológico. Para tanto alguns requisitos devem ser considerados na elaboração do projeto:

- segurança;
- estética;
- modulação;
- repetitividade;

- padronização;
- desempenho;
- normatização;
- precisão;
- rapidez;
- flexibilidade;
- custo.

Durante a execução da obra verificou-se falhas construtivas originadas durante a concepção e desenvolvimento do projeto. Essas falhas levaram a alterações do projeto original, adotando-se soluções alternativas que resolveram o problema de forma pontual e imediata, já que o fator tempo, nesse empreendimento, era preponderante.

As soluções técnicas encontradas no canteiro de obras nem sempre são ideais, geram desperdícios, retrabalhos e prejudica o desempenho da edificação como um todo. As consequências nem sempre são previsíveis já que não houve um estudo que comprovasse a adequação de soluções adotadas e a generalidade de suas consequências. Isto não aconteceria se houvesse um tempo maior para o planejamento e desenvolvimento do projeto, assim como se fosse adotado o modelo aqui proposto.

## **5.1 O projeto**

O conjunto Granja de Freitas IV foi construído no ano de 2004, onde de posse do projeto executivo tivemos a oportunidade de acompanhar sua construção, destinado a construção de 100 morádas em tipologia de bloco de concreto de 1 pavimento.

O projeto desenvolvido pela COHAB-MG dentro do Programa Lares Geraes adota a tipologia de casas térreas geminadas duas a duas. A área de uma unidade habitacional é de 36,28 m<sup>2</sup> e o sistema construtivo adotado é alvenaria estrutural e de vedação, com a utilização de blocos de concreto de 19cm x 19cm x 39cm e 9cm x 19cm x 39cm. Sendo os primeiros utilizados somente na parede de divisa entre casas.

Durante a execução da obra foram verificadas falhas construtivas que diminuíram a produtividade e podem vir a prejudicar o desempenho da edificação. Sendo que para o desenvolvimento desse trabalho foram consideradas somente as falhas de projeto, ou seja: ausência de especificação, de detalhamento, de compatibilização; soluções técnicas inadequadas e a desconsideração de medidas de racionalização e construtibilidade.

## **5.2 Análise e diagnóstico das falhas construtivas**

A principal constatação foi a desarticulação entre projeto e produção, o que gerou a improvisação na obra. Apresentou de imediato consequências importantes como baixa produtividade e o incipiente controle de qualidade nos processos. Verificou-se também que algumas soluções construtivas propostas não foram suficientemente estudadas e futuramente podem vir a causar a diminuição do desempenho e da qualidade das edificações.

De forma geral o projeto foi elaborado com um detalhamento conciso e sem informações suficientes quanto às tecnologias construtivas utilizadas, ao planejamento das atividades e à sequência de execução das tarefas.

A seguir são apresentadas falhas que poderiam ser evitadas na etapa de projeto, relacionadas ao elemento alvenaria, verificadas durante a execução da obra e que entre outras coisas alteraram o projeto e causaram desperdícios e retrabalhos.

### **5.2.1 Ausência de detalhes construtivos**

O projeto de forma geral, apresentou poucos detalhes construtivos. Não apresenta detalhes de execução de elementos, componentes e instalações críticas, como detalhes de amarração entre paredes, ligação dos caixilhos, forma de embutimento de tubos, eletrodutos e caixas nas paredes. A sua consequência é facilmente percebida na FIG 5.1.



FIGURA 5.1 – Embutimento das instalações hidráulicas (Foto: Whesley U. Pereira, 2004).

Nas seções enfraquecidas pela presença de aberturas ou tubulações embutidas, a retração da alvenaria de vedação poderá dar origem a fissuras verticais e/ou horizontais como mostra a FIG. 5.2.

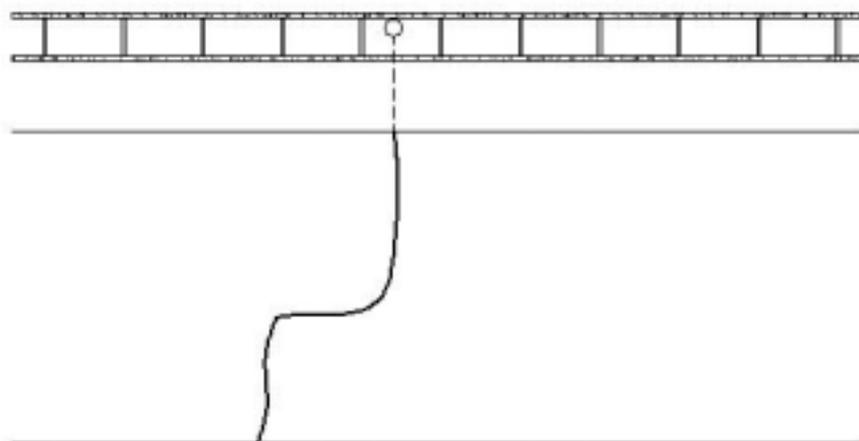


FIGURA 5.2 – Fissura provocada pela retração da alvenaria, em seção enfraquecida pela presença de tubulação

Uma outra dificuldade levantada foi a dificuldade em se amarrar a alvenaria de blocos de 9 cm na alvenaria de blocos de 19cm, e a falta de detalhes construtivos, fez com que fosse criada uma “junta”, que não havia sido projetada, que nesse caso consistia de um vazio entre as duas alvenarias preenchido com a mesma argamassa do revestimento.

### 5.2.2 Detalhamento inadequado do projeto.

De forma geral não foi considerado o fator construtibilidade, como pode ser percebido no detalhamento e execução das vergas. O detalhe isolado de verga da porta e janela desconsiderou a proximidade entre as duas e a diferença de altura impossibilitou a solução de verga projetada, novamente sendo adotada uma solução intermediária encontrada no próprio canteiro. Como mostram as figuras abaixo, FIG.5.3, FIG.5.4, referentes ao projeto original e FIG. 5.5, FIG.5.6, FIG. 5.7, FIG.5.8 que ilustram a maneira como as vergas foram executadas.

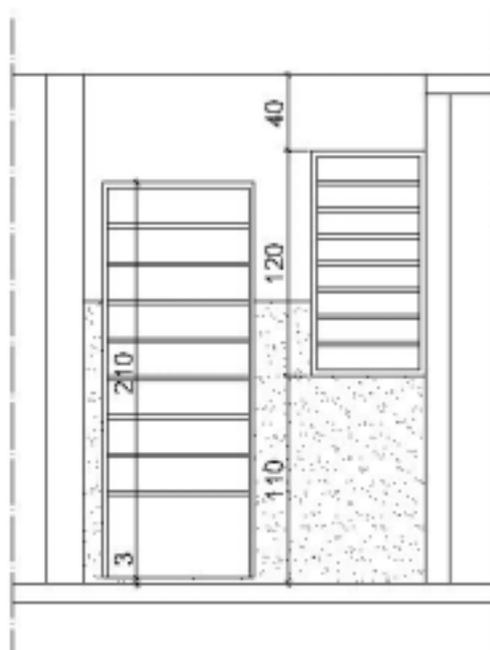


FIGURA 5.3 – Corte BB, projeto original.

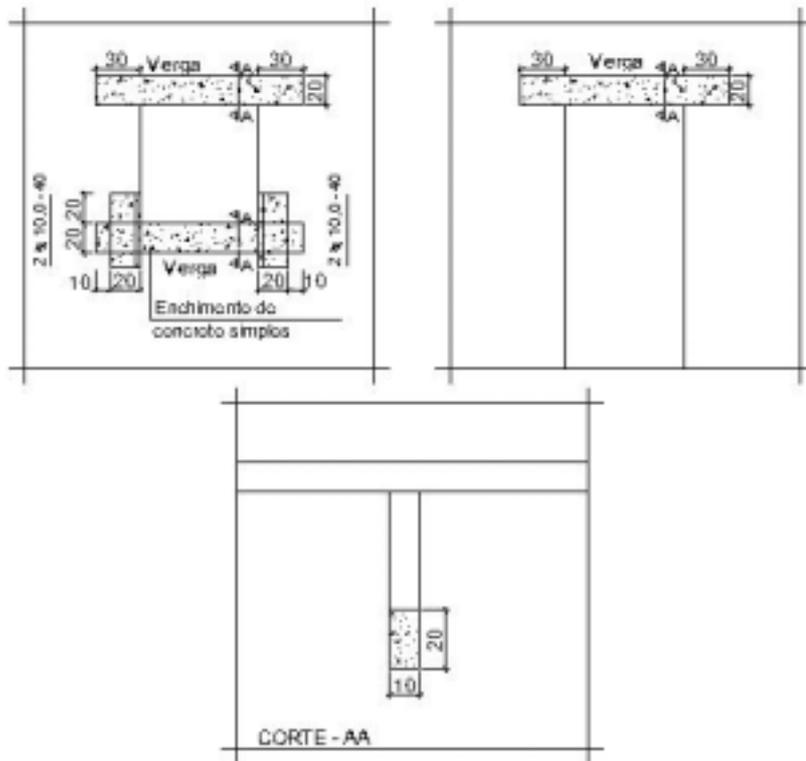


FIGURA 5.4 – Detalhe de reforço de janelas/ portas, projeto original.

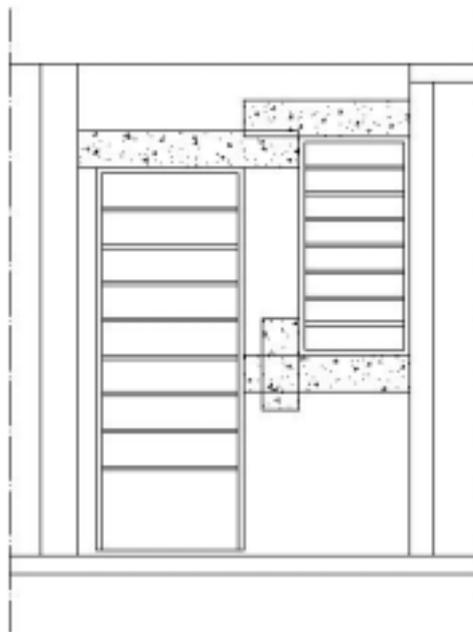


FIGURA 5.5 – Detalhe de reforço de janelas/portas, verga e contraverga. Forma como ficaria o detalhe projetado “in loco”.

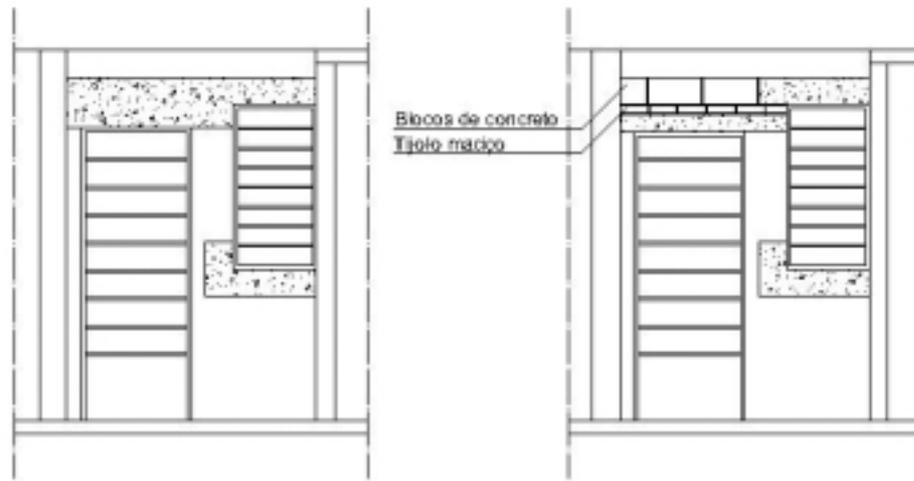


FIGURA 5.6 – Formas como as vergas e contra-vergas foram executadas.



FIGURA 5.7 – Execução das vergas (Foto: Whesley Uelder Pereira, 2004).



FIGURA 5.8 – Utilização de tijolos maciços nas vergas (Foto: Whesley Uelder Pereira, 2004).

Em trechos com a presença de aberturas (vãos de portas e janelas), haverá concentração de tensões no contorno dos vãos pela perturbação causada no andamento das isostáticas. No caso da inexistência ou subdimensionamento das vergas e contravergas, as fissuras desenvolvem-se a partir dos vértices das aberturas, FIG.5.9, o que de fato pode não ocorrer neste caso devido as pequenas cargas a que está submetida a estrutura.

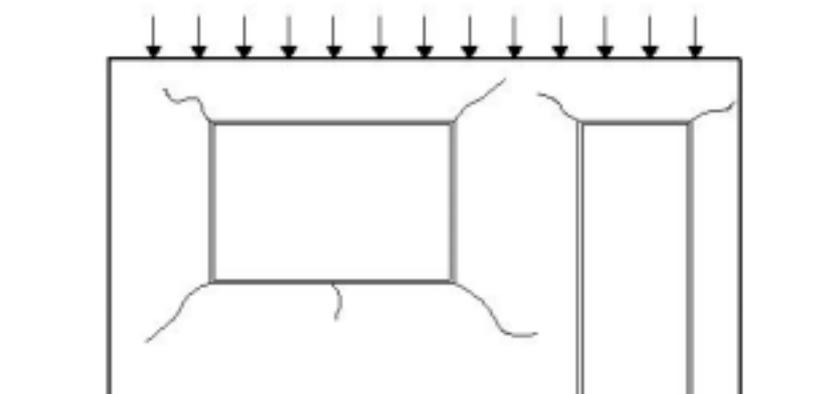


FIGURA 5.9 – Fissuração típica em parede com presença de aberturas, devido à atuação de carga uniformemente distribuída (ABCI, 1990).

### 5.2.3 Ausência de coordenação dimensional

A coordenação dimensional, ou seja a compatibilização de medidas de projeto com as medidas modulares de referência como dimensões dos blocos, auxilia na produtividade diminuindo desperdícios de tempo e material, além de contribuir para que a edificação apresente melhor desempenho.

Como não houve consideração das medidas modulares e menos ainda foram apresentados desenhos de paginação de paredes, detalhes de amarração entre alvenarias, forma de execução de aberturas, os procedimentos que foram adotados no canteiro de obras são contra os princípios de racionalização.



FIGURA 5.10 – Execução das alvenarias, ajuste dimensional da altura (Foto: Whesley Uelder Pereira, 2004).

Para a execução do projeto foi necessário cortar os blocos, alterar algumas medidas e detalhes projetados, FIG. 5.11, foram também utilizados tijolos maciços, tanto para posicionar a verga e contra verga como para se atingir o pé-direito necessário.

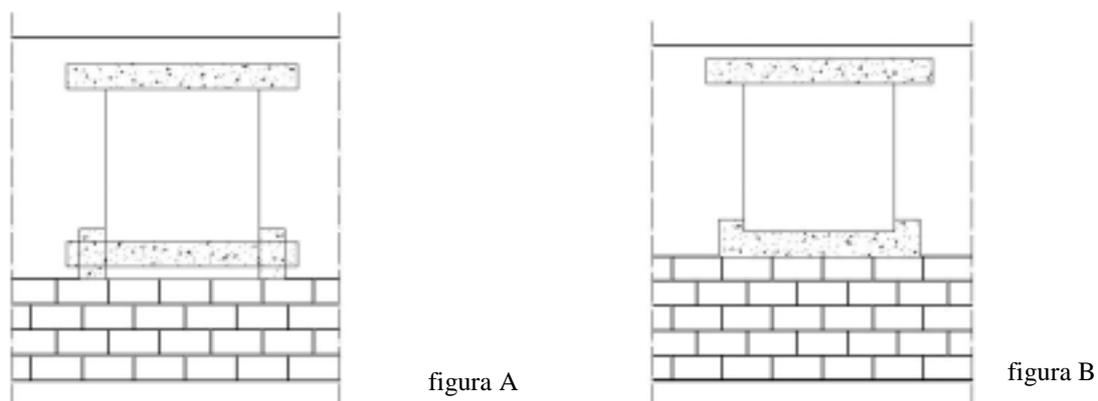


FIGURA 5.11 – A figura A mostra como a verga e contraverga foram projetadas, e a figura B mostra como foram executadas.



FIGURA 5.12 – Execução da contraverga (Foto: Whesley Uelder Pereira, 2004).

#### 5.2.4 Especificação falha dos serviços

O memorial descritivo recebido pela URBEL consta da especificação de serviços e materiais, divididos em itens como se segue:

- serviços preliminares e gerais;
- infra-estrutura;
- super-estrutura;
- paredes e painéis;
- coberturas e proteções;
- revestimentos, acabamentos e pintura;
- pavimentação;
- instalações e aparelhos;
- complementação.

No caso de paredes e painéis são abordados quatro itens: alvenaria, esquadrias em aço, ferragens e vidros. A forma sucinta como foi tratada a especificação de materiais e serviços aliada ao pouco detalhamento do projeto gerou dúvidas como por exemplo a necessidade ou não de preenchimento da junta vertical, já que o caderno de especificações somente tratava de juntas que seriam executadas com 1,00cm de espessura. Como consequência, uma parte da obra já havia sido executada sem o preenchimento da junta vertical quando finalmente foi percebida sua necessidade, assim alguns trechos foram corrigidos, outros não.

A ausência de preenchimento das juntas verticais nas alvenarias, como mostra estudos realizados pelo IPT<sup>3</sup> apud THOMAZ (2001), geram:

- redução na resistência às cargas laterais;
- redução na resistência aos esforços de cisalhamento (no plano das paredes, quando estas exercem por exemplo funções de contraventamento);
- redução do isolamento acústico e da resistência ao fogo;
- tendência da micro-fissuração das argamassas de revestimento no caso das fachadas.

---

<sup>3</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Avaliação do Desempenho de Alvenarias de Vedação. IPT, São Paulo, 1994. Relatório técnico nº 32.627.

### **5.2.5 Incompatibilidade entre os diferentes projetos**

Não houve uma correta verificação da compatibilidade entre os diferentes projetos sendo percebidas as falhas durante a execução, ao modo dos outros itens, o que dificultou o andamento dos trabalhos. As soluções encontradas durante a execução geravam desperdícios e retrabalhos, a exemplo do embutimento das tubulações hidráulicas. Para agravar a situação, como não houve um projeto de implantação do conjunto sendo desenvolvido somente o projeto de um módulo separadamente, foi necessário alterar a posição do hidrômetro, dessa forma a passagem de tubulação foi totalmente alterada da prevista em projeto, interferindo tanto com a fundação quanto com a cobertura, além da própria alvenaria. Algumas instalações hidráulicas foram instaladas após o reboco da parede, sendo que para esses casos a alvenaria assim como o reboco foram quebrados e refeitos, como foi verificado durante o levantamento de campo.

### **5.2.6 Soluções técnicas inadequadas**

A desarticulação com a execução prejudicou a incorporação das soluções técnicas indicadas, como foi percebido na fundação, onde a dificuldade em se executar o radier da forma indicada em projeto, como mostra a FIG. 5.13, fez com que fosse adotada outra solução, que resolveu parcialmente o problema, mas deixou de considerar questões como caimento dos pisos e embutimento da impermeabilização no pé das paredes.

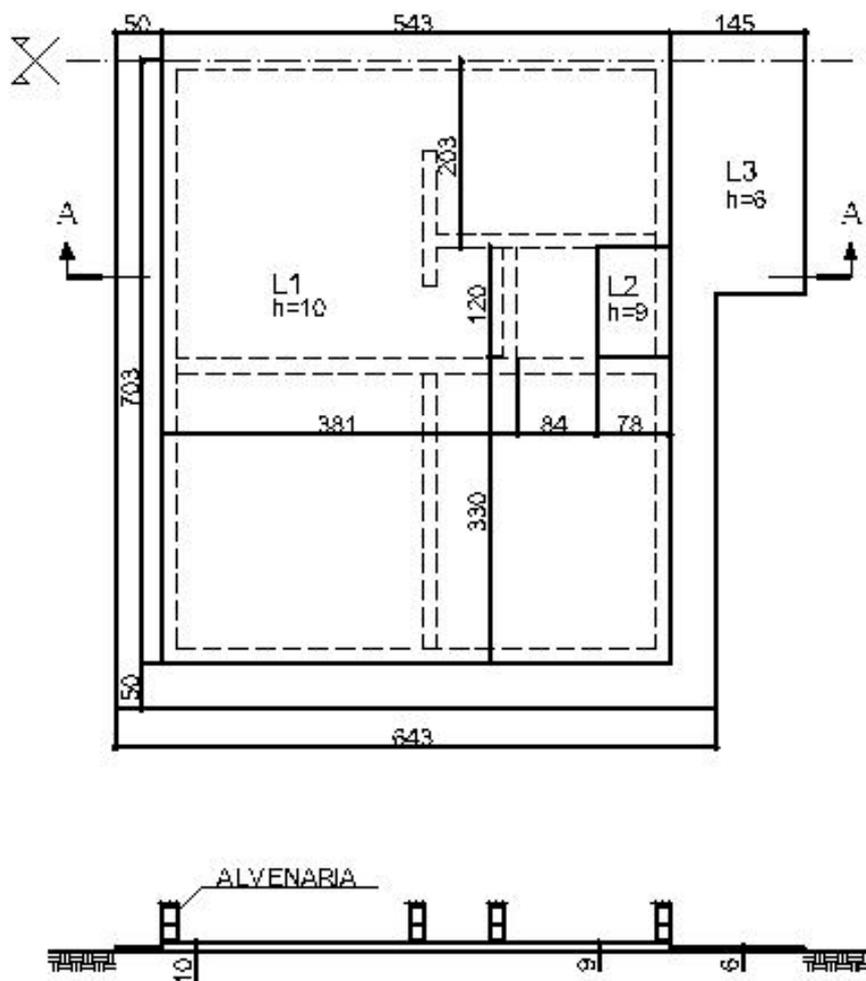


FIGURA 5.13 – Forma da laje de fundação e corte AA

As casas foram entregues com os pisos na laje, adotando-se laje contínua de fundação (“radier”) com uma única espessura, FIG. 5.14, um problema normalmente verificado é a ascensão da umidade do solo. Para evitar tal problema foi colocado uma lona por baixo do radier. No entanto a execução da laje de fundação, já com função de piso, implica na necessidade de acabamentos superficiais obedecendo caimentos, o que efetivamente não ocorreu sendo finalizado o piso plano, tanto nos pisos internos como nas calçadas laterais da unidade. Nesse ponto verifica-se um dos maiores problemas desse processo construtivo: o empoçamento na junção das calçadas laterais com as paredes externas e, nos pisos internos, embaciamentos consideráveis (THOMAZ, 2001).



FIGURA 5.14 – Polimento do radier (Foto: Whesley Uelder Pereira, 2004).

A expansão das alvenarias por higroscopicidade ocorrerá com maior intensidade nas regiões da edificação mais sujeitas à ação da umidade, como nas bases das paredes que estão sujeitas a empoçamento de água além de respingos e mesmo ascensão do solo por capilaridade em fundações mal impermeabilizadas. Em alvenarias pouco carregadas (caso típico de casas térreas) a expansão diferenciada entre fiadas de blocos ou tijolos pode provocar, por exemplo, a ocorrência de fissuras horizontais na base das paredes, FIG. 5.15 (ABCI, 1990).

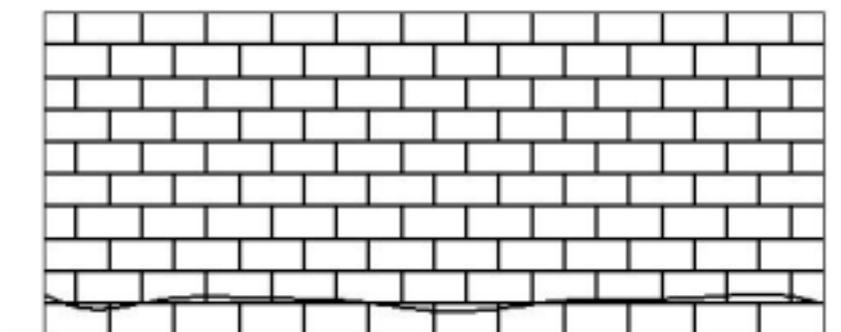


FIGURA 5.15 – Fissura horizontal na base da alvenaria por movimentações higroscópicas diferenciadas (ABCI, 1990).

### 5.3 Análise e estudo de soluções construtivas

O projetista deve reunir conhecimentos e experiências suficientes sobre as tecnologias construtivas utilizadas. O armazenamento de dados gerados a partir de estudos anteriores como referências bibliográficas, normalização técnica e a própria experiência do projetista e empresa construtora contribuem para a melhoria de qualidade dos projetos.

Para tanto, deve-se levar em conta todas as características dos materiais e produtos existentes no mercado onde será construído o edifício para que, através da seleção tecnológica e especificação correta dos materiais e componentes, se consiga atingir os níveis de segurança, economia e conforto adequados à finalidade a que a edificação se destina.

A partir dos dados obtidos da análise do projeto e do levantamento de campo, para continuação e implementação do sistema de informações, foi realizada uma ampla pesquisa na literatura técnica especializada objetivando encontrar soluções técnicas adequadas relativas ao emprego da alvenaria estrutural que deveriam ser incorporadas ao projeto, referente ao Estudo de Caso, evitando assim as falhas encontradas e o surgimento futuro de patologias, a saber:

#### A. Coordenação modular

Existem várias linhas de modulação, tais como a que utiliza blocos múltiplos de 12.5cm, 15cm e 20cm. O bloco vazado com dois furos cujas dimensões reais são 19x39cm utiliza a modulação  $M=20$ , pois são múltiplos de 20cm (altura do bloco – 19cm + espessura da junta de argamassa – 1cm) e são disponíveis em diversas espessuras tais como 9 e 19 cm, como é o caso dos blocos utilizados no Conjunto Granja de Freitas.

Dessa forma tanto as aberturas de portas e janelas como as dimensões, horizontal e vertical, dos ambientes projetados devem ser múltiplo da dimensão do bloco, ou seja,

múltiplo de 20cm, de tal forma que evitem cortes ou enchimentos para complementação da modulação.

#### B. Aberturas, vergas e portas

As vergas de aberturas de portas podem ser executadas com blocos canaleta, FIG.5.16, ou empregando-se peças pré-moldadas de concreto, FIG. 5.17. No primeiro caso, em função das dimensões modulares dos blocos, normalmente, as esquadrias precisam ser produzidas mediante encomenda. Quando são utilizadas vergas pré-moldadas, a espessura da peça é de 4cm para que se obtenha uma altura útil de 2,16cm permitindo-se instalar portas de 2,10cm, dimensão esta disponível no mercado (PRUDÊNCIO JR et al.,2002).

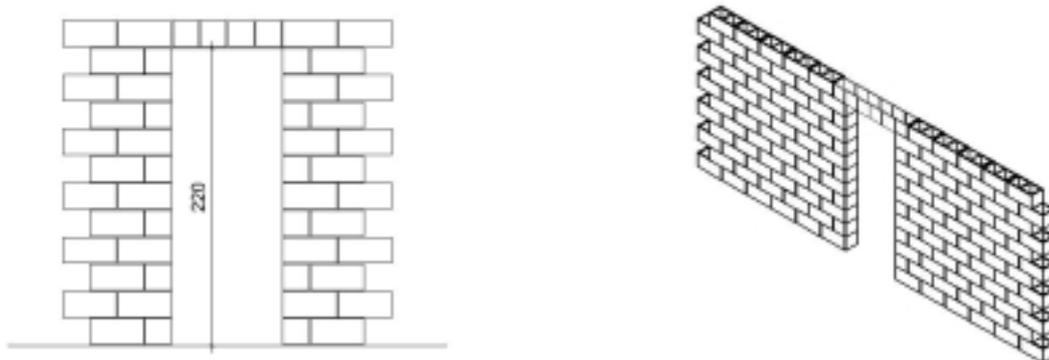


FIGURA 5.16 – Detalhe de verga com blocos canaleta de 9x19x19cm (PRUDÊNCIO et al., 2002).

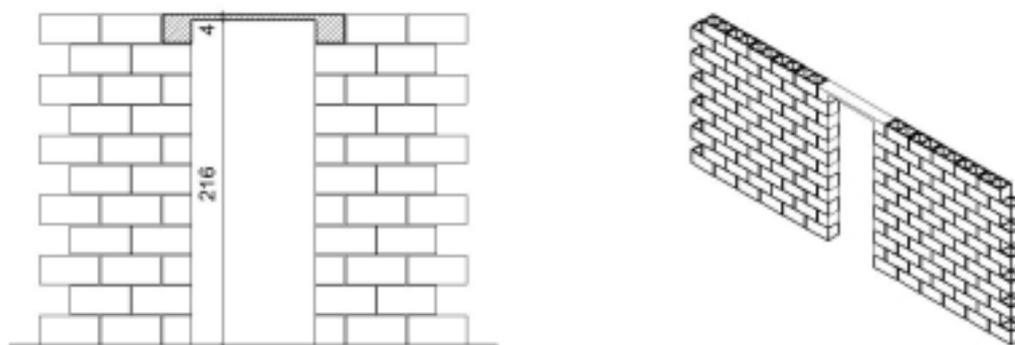


FIGURA 5.17 – Detalhe de verga pré-moldada de concreto sobre a abertura da porta (PRUDÊNCIO et al.,2002).

Da mesma forma podem ser utilizados blocos canaletas para execução das vergas das janelas, que devem ser devidamente dimensionadas evitando fissuras localizadas nos cantos das aberturas. Para a execução das vergas, instalação das esquadrias e acabamento final podem ser utilizados quadros pré-fabricados em argamassa armada, conforme FIG. 5.18, contudo o uso dos quadros não elimina a necessidade do uso das vergas e contravergas (PRUDÊNCIO JR et al.,2002).

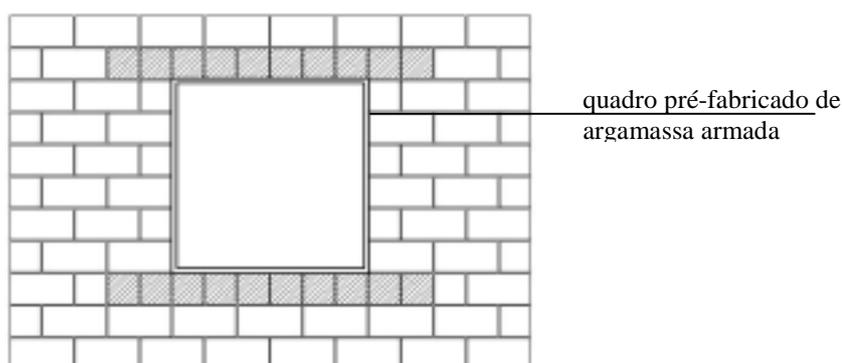


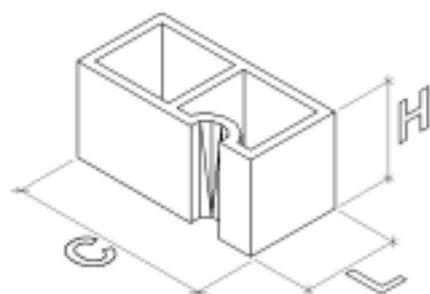
FIGURA 5.18 – Detalhe de abertura da janela empregando-se quadro pré-moldado e blocos canaletas de 9x19x19cm (PRUDÊNCIO JR et al.,2002).

### C. Instalações prediais

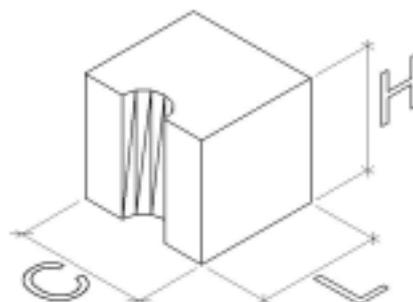
As instalações hidráulicas executadas nas alvenarias podem ser feitas de duas maneiras: embutidas ou externas às mesmas. Sendo prescrita pela NB 1228 a proibição de passagem de tubulações que conduzem fluidos dentro de paredes com função estrutural.

Existem várias alternativas para o embutimento das instalações hidro-sanitárias, elétricas e de telefone, tais como o emprego de “shafts”, paredes hidráulicas e até mesmo a passagem das tubulações pelos vazados dos blocos.

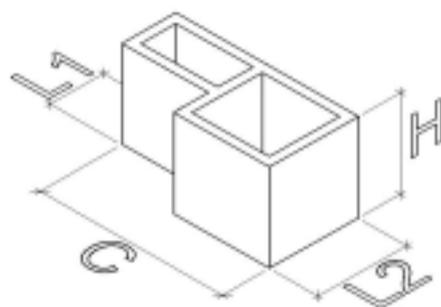
As paredes hidráulicas podem ser executadas por blocos especiais, chamados de blocos hidráulicos, com os apresentados na FIG. 5.19



a) Bloco hidráulico



b) Bloco hidráulico maciço



c) Bloco com redução (9~14)

FIGURA 5.19 – Blocos especiais para passagem de tubulação hidro-sanitária - blocos hidráulicos (PRUDÊNCIO JR et al.,2002).

O estudo e elaboração de detalhes construtivos requer a consideração de soluções técnicas que por menores e mais simples que sejam alteram o desempenho dos componentes e conseqüentemente da edificação.

# 6

## **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA PARA SISTEMATIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

Este capítulo tem com objetivo apresentar o programa desenvolvido para este trabalho. Com o objetivo de transferência do conhecimento, o programa auxilia a tomada de decisão no que concerne as características dos componentes, sua vinculação a uma documentação técnica orienta o projetistas sobre dados relevantes ao ato de projetar.

A metodologia de desenvolvimento de um banco de dados, apresentada no capítulo 3.2, será agora implementada para alvenaria estrutural, mais especificamente para o estudo de caso anterior, verificando sua aplicabilidade e considerações sobre as soluções adotadas. Verifica-se que a ferramenta atua tanto sobre a fase de planejamento, voltado tanto ao projeto do produto quanto do processo, diminuindo incertezas de projeto e contribuindo para incremento da construtibilidade e racionalização do processo.

A ferramenta proposta poderá atuar no processo de projeto com informações sobre a disponibilidade e características de materiais de construção, normalização técnica, soluções construtivas adotadas e patologias mais frequentes. Suas características principais são a facilidade de utilização e a grande quantidade de informações técnicas referentes ao planejamento que podem ser armazenadas, auxiliando na definição de tecnologias e soluções técnicas mais adequadas a cada tipo de empreendimento. Permite a retroalimentação dos projetos e a adoção de soluções técnicas em projetos semelhantes.

A estrutura do Projetar baseia-se no desenvolvimento do projeto como processo, a partir das diretrizes sugeridas por THOMAZ (2001) sobre o que considera ser “arte de projetar”:

- “projetar a parte, tendo conhecimento geral dos requisitos de desempenho da obra como um todo (segurança, durabilidade, conforto termoacústico, estanqueidade, etc.);
- conhecer as patologias mais frequentes do objeto em estudo, procurando evitá-las ao nível dos detalhes construtivos e das especificações;
- conhecer as principais interferências com outros projetos, procurando equacioná-los em cada projeto específico;
- projetar com vistas à maior racionalidade do processo construtivo/ construtibilidade;
- projetar com vistas à maximização da relação custo/benefício, o que envolve certamente a vida útil e os custos de operação e manutenção da obra.”

Na FIG. 6.1 apresenta-se a estrutura de arquivamento de dados do sistema, o qual utiliza a ferramenta de programação Delphi, para a plataforma Windows 95 ou superior. Baseia-se na existência de telas cadastrais (elementos, componentes, características dos materiais, etapas de projeto, patologias) e telas adicionais de detalhamento e informativas (normalização técnica, Ficha de Diagnóstico e Ficha de Soluções Construtivas). Possui menu de comandos e barras de ferramentas que possibilitam inserir novos dados, salvar arquivos para futuras referências, alterar parâmetros internos e documentação técnica.

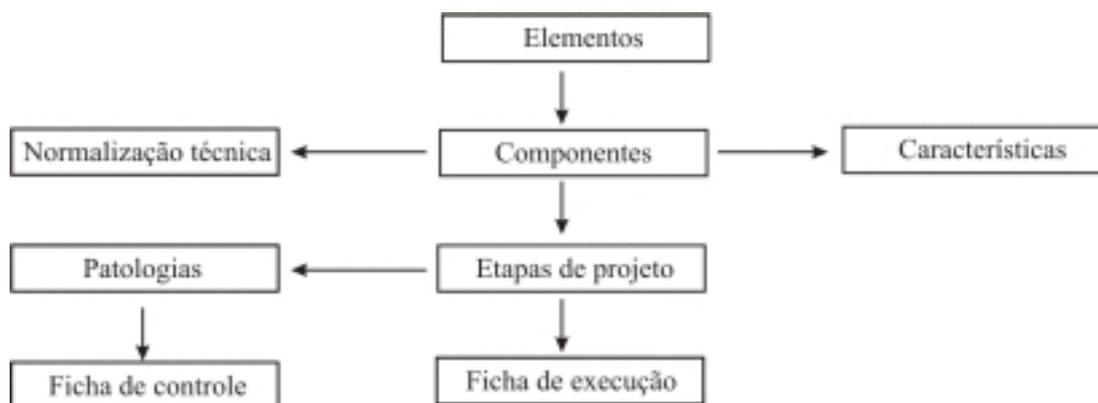


FIGURA 6.1 – Esquema de estruturação do banco de dados.

A entrada de dados se inicia através do cadastro de elementos, FIG. 6.2, como estrutura, cobertura, instalações hidráulicas, etc. Como o programa é bastante interativo, e pode ser utilizado de acordo com as necessidades imediatas, o próximo passo não é uma imposição. Pode se passar então ao cadastro de patologias, FIG. 6.3, ou etapas de projeto, FIG. 6.4 ou tipos de características que definirão os componentes, FIG.6.5.

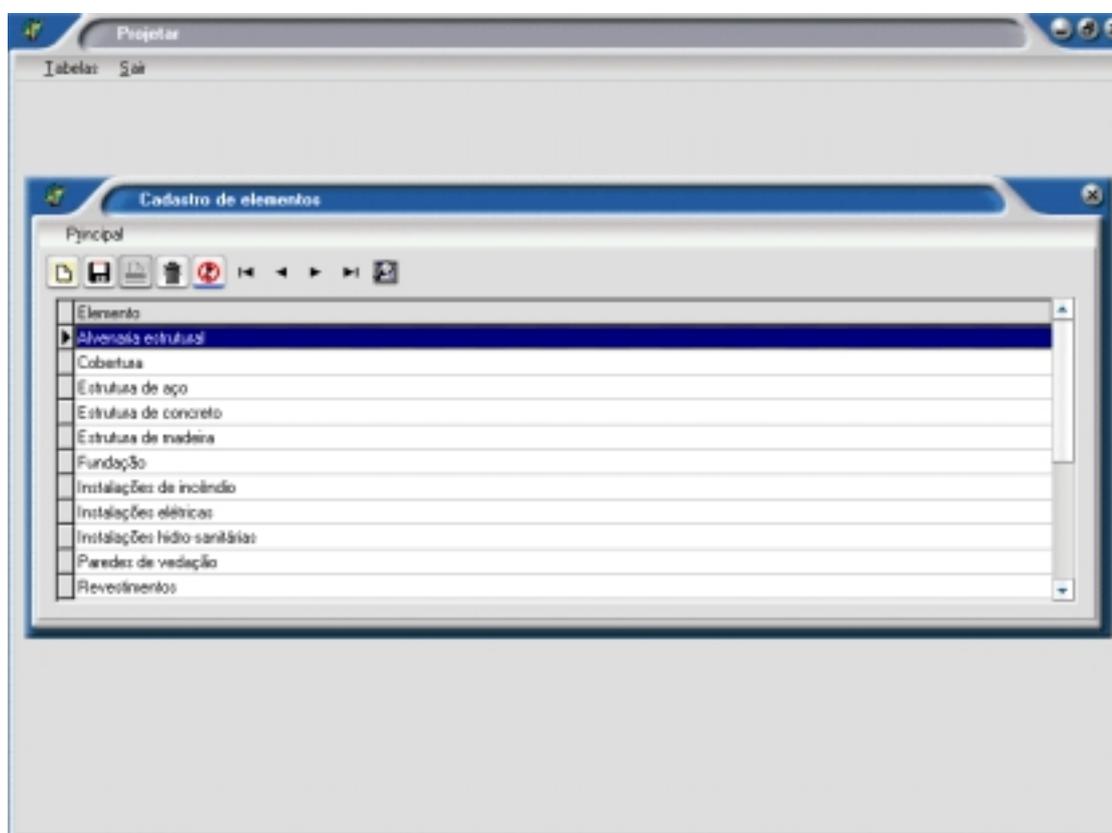


FIGURA 6.2 – Tela de cadastro de elementos.



FIGURA 6.3 – Tela de cadastro de patologias

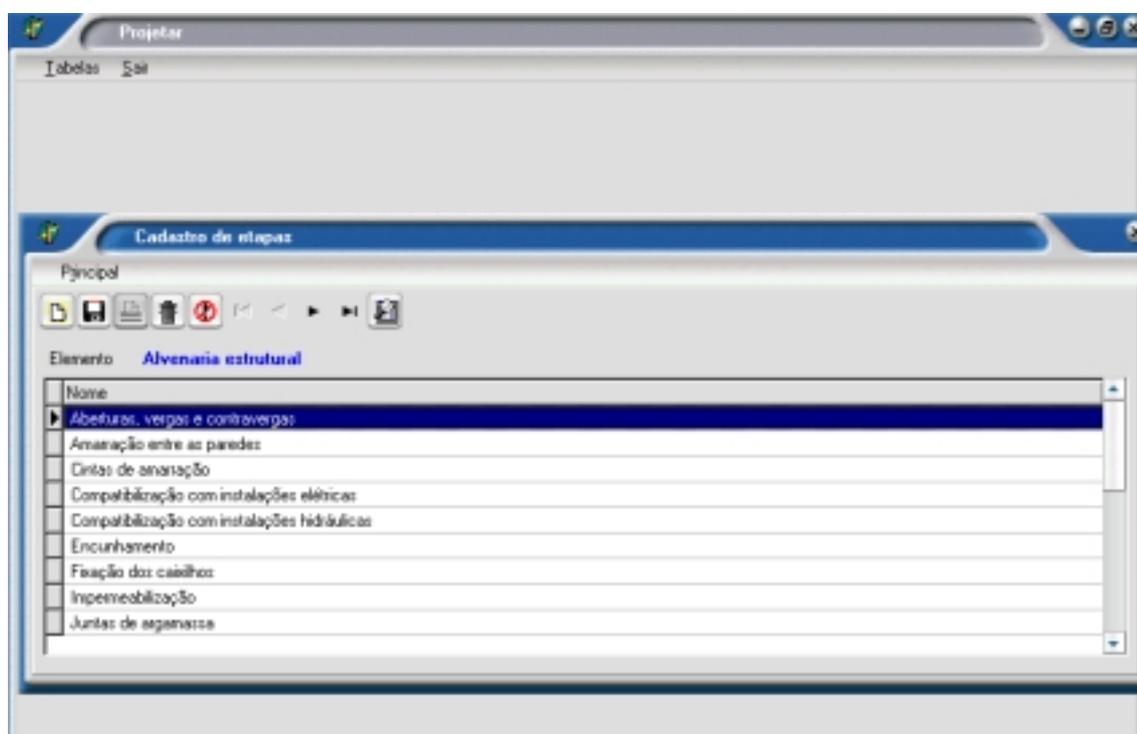


FIGURA 6.4 – Tela de cadastro de etapas do projeto relacionadas ao elemento

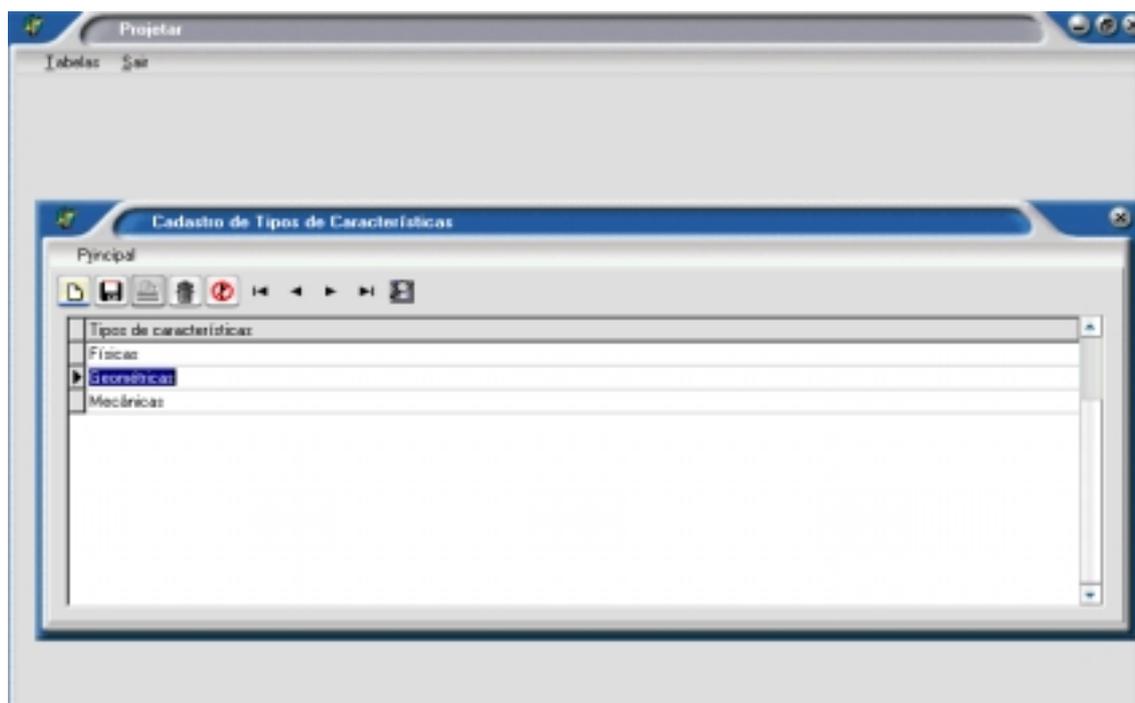


FIGURA 6.5 – Tela de cadastro dos tipos de características dos componentes

A tela de cadastro de componentes, FIG. 6.6, possibilita o armazenamento de suas características, e por conseguinte sua comparação, a relação de normas existentes dos componentes e elementos, além da Ficha de Soluções Construtivas e controle com direcionamento para arquivos relacionados, como modelo sugerido no Apêndice A, que podem conter desenhos e informações do próprio usuário, permitindo a retroalimentação dos projetos, estudo e reutilização de soluções construtivas adotadas.

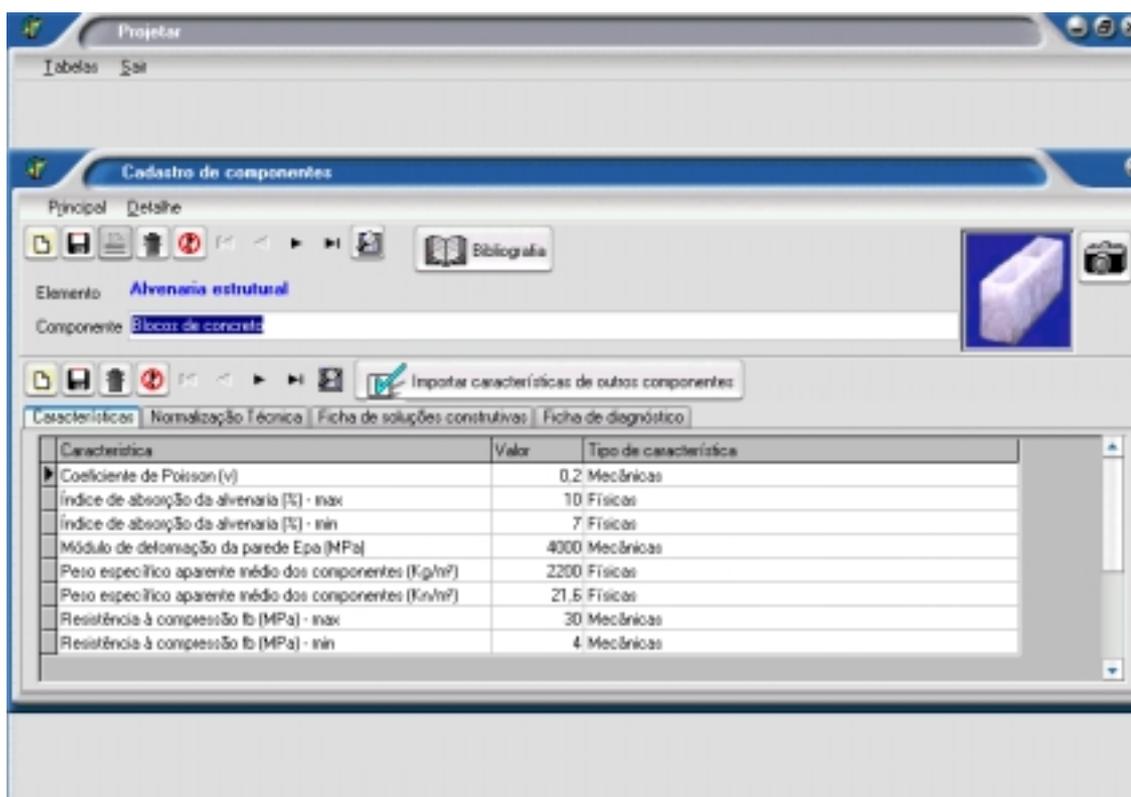


FIGURA 6.6 – Tela de cadastro de componentes – características

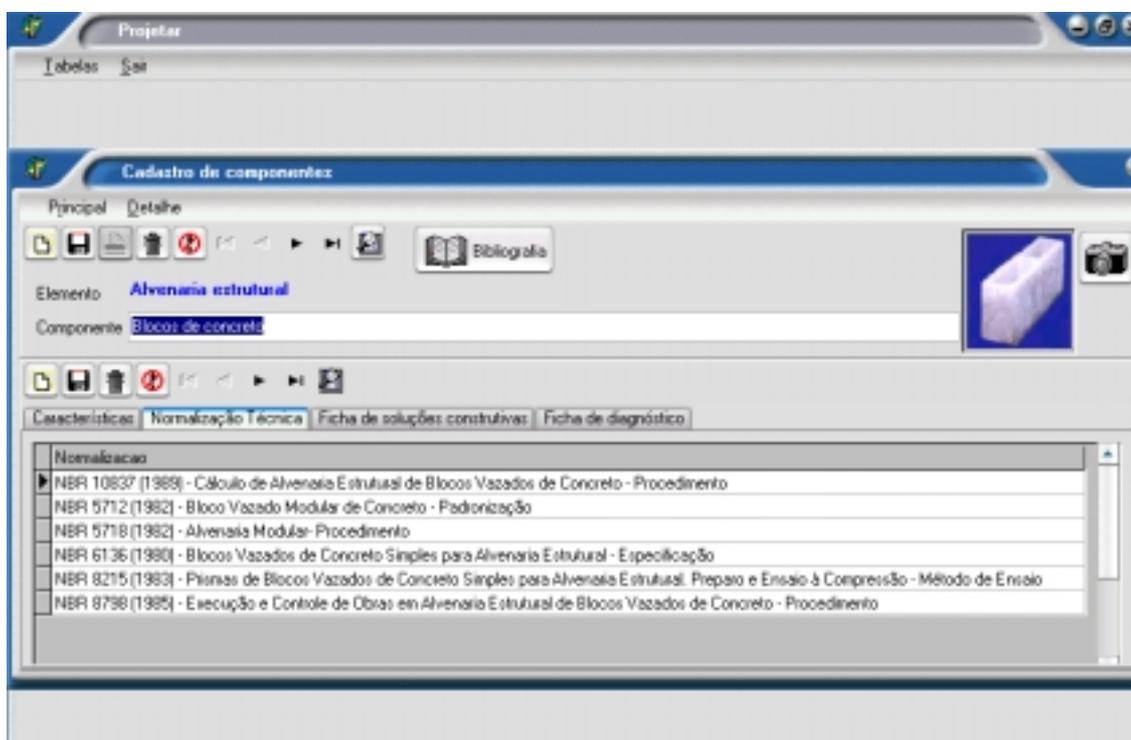


FIGURA 6.7 – Tela de cadastro de componentes – normalização técnica

A Ficha de soluções construtivas, FIG. 6.8, relaciona elemento, componente e etapa de construção, através do direcionamento à arquivos relacionados onde podem ser previstas especificações de serviços ou diretrizes de projeto. A partir da relação de todas as etapas a serem consideradas no projeto de um determinado componente e elemento é que se encontra a possibilidade de compatibilização entre projetos.

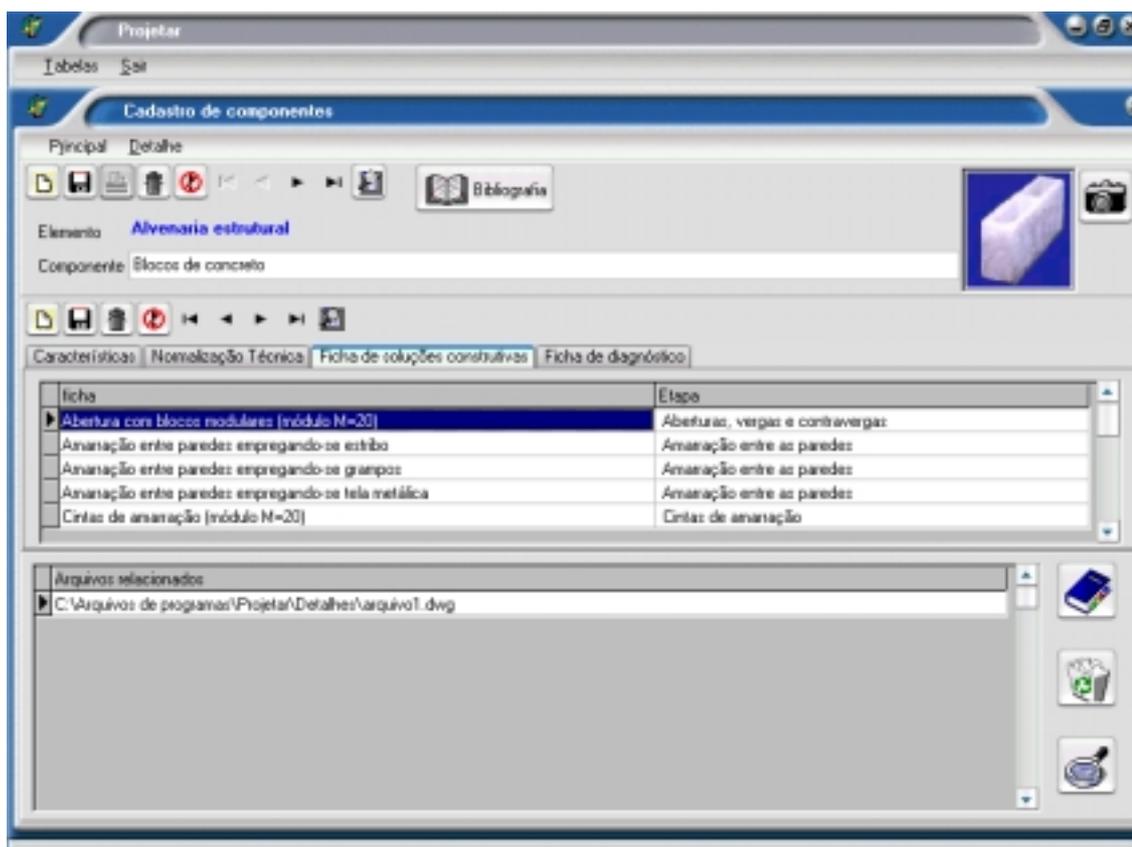


FIGURA 6.8 – Tela de cadastro de componentes - ficha de soluções construtivas

A Ficha de diagnóstico, FIG. 6.9, relaciona elemento, componente, etapa de construção e patologia, permite o estudo de patologias mais frequentes relativas as tecnologias e técnicas construtivas adotadas através do direcionamento à arquivos relacionados onde podem, como exemplificados no Apêndice B, ser previstas especificações de serviços ou diretrizes de projeto.

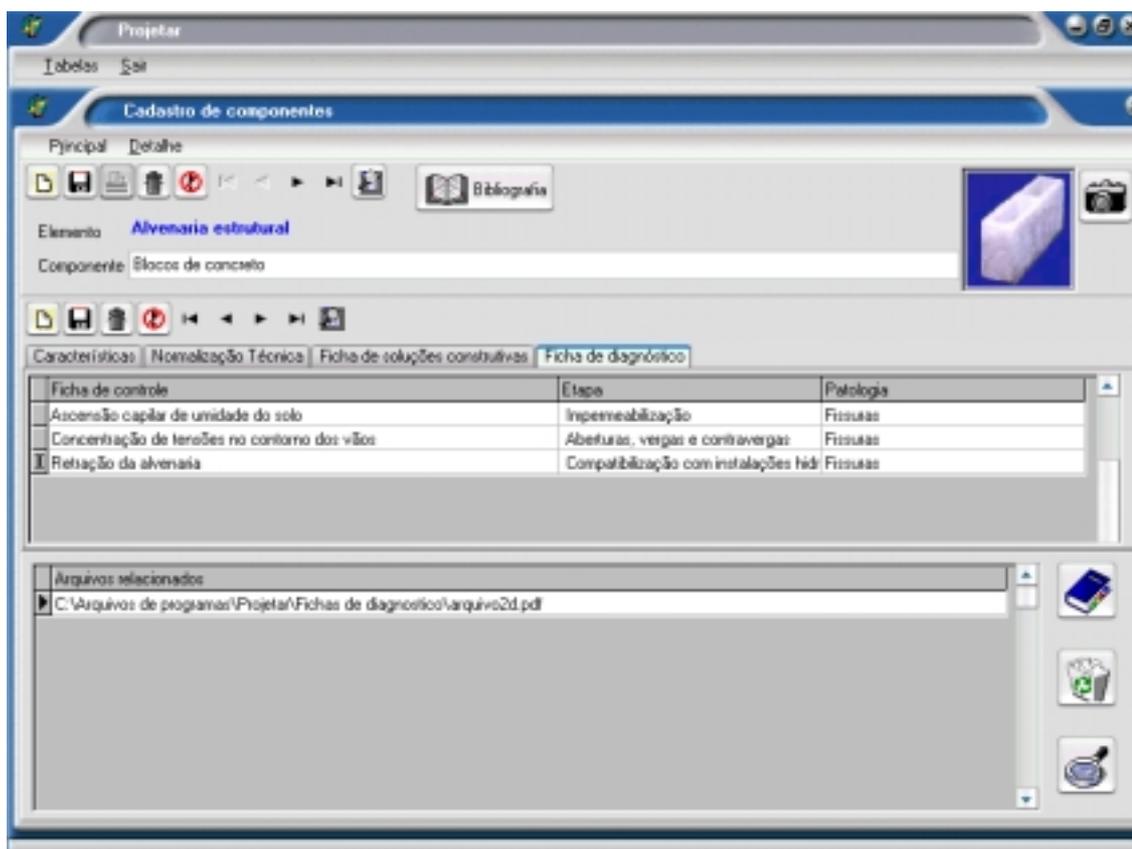


FIGURA 6.9 – Tela de cadastro de componentes - ficha de diagnóstico .

A ficha de cadastro de sub-componentes, FIG. 6.10, explicita os tipos e variedades de componentes, com blocos especiais no caso da alvenaria, e assim como o cadastro de componentes, apresenta também telas para arquivamento de características e detalhamentos de projeto e execução, na Ficha de soluções construtivas, FIG.6.11. Os campos normalização técnica e Ficha de diagnóstico são referentes aos componentes e elementos permitindo o acesso mais rápido a esses dados.

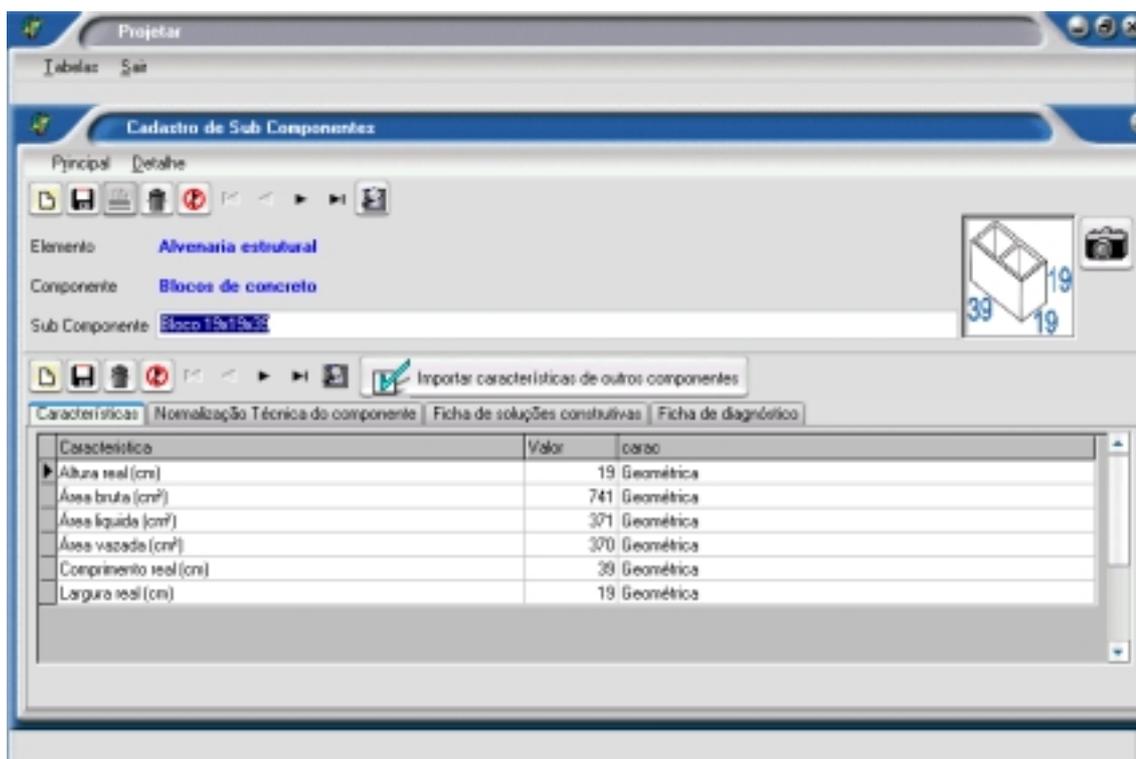


FIGURA 6.10 – Tela de cadastro de sub-componentes – características

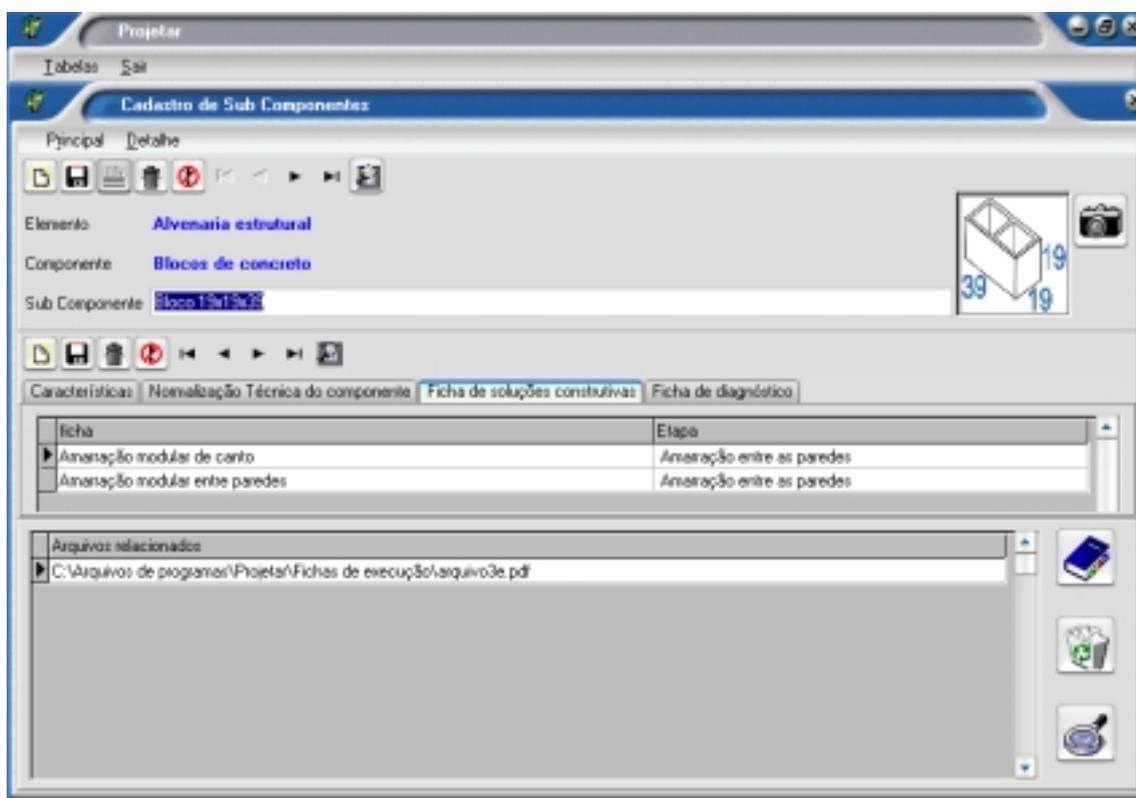


FIGURA 6.11 – Tela de cadastro de sub-componentes – ficha de soluções construtivas

# 7

## CONCLUSÕES

A qualidade de um projeto é determinante na qualidade de uma edificação. A consideração da construtibilidade e adoção de medidas de racionalização nessa fase são fundamentais para diminuição de falhas além de incrementar a produtividade e desempenho dos sistemas construtivos e conseqüentemente da edificação. A gestão do processo de projeto através de sistemas de informação visa a planificação e ordenamento dos dados necessários ao atendimento dos requisitos e critérios de desempenho previamente definidos.

Através da determinação de parâmetros quantitativos e qualitativos de desempenho mínimo necessário à elaboração de uma edificação com qualidade se torna possível a validação dos dados de entrada e saída, a análise objetiva dos sistemas construtivos, e a identificação da responsabilidade dos agentes atuantes no desenvolvimento e execução do projeto.

A otimização dos recursos físicos, materiais e humanos conseguidos através da melhoria de qualidade do projeto demanda ações no nível organizacional e tecnológico.

Se sustenta basicamente no planejamento: do empreendimento, do projeto e da execução.

Percebe-se então a clara necessidade de articulação do projeto com a execução, o projeto do processo visa correlacionar estas duas etapas, e deve adotar os conceitos de construtibilidade e racionalização.

A melhoria na gestão do processo de projeto demanda ações nos níveis administrativos e tecnológicos e requer o envolvimento de todos os agentes atuantes no empreendimento de forma mais coesa e participativa. A articulação de todas as etapas deve ser realizadas através da coordenação de projetos. A coordenação de projeto abrange as atividades de compatibilização e gestão, deve acompanhar todo o ciclo de produção: planejamento, projeto, execução e uso, e ser agente da etapa de retroalimentação do projeto e controle da qualidade.

Verifica-se que dentro da gestão do projeto devem ser realizadas as atividades de: caracterização do empreendimento e seus condicionantes físicos, econômicos e sociais. Além da definição de uma estrutura formal para organização e análise de informações relativas aos sistemas construtivos; registro das soluções adotadas e retroalimentação do processo; e estabelecimento de parâmetros de controle de qualidade.

Os sistemas de informação oferecem a possibilidade de se controlar o processo de projeto. Soluções técnicas podem ser recomendadas a futuros projetos semelhantes ou gerarem diretrizes que servem a prevenção de falhas e a diminuição da ocorrência de patologias.

O sistema desenvolvido é então uma ferramenta que auxilia o projetista quanto a definição das tecnologias construtivas e formas de sua utilização. Dentro do que se propõe é uma base de dados cujo objetivo é difundir conhecimentos tecnológicos e experiências pessoais. Cabe ressaltar ser fundamental a constante atualização da informação, o aprimoramento técnico e tecnológico das soluções adotadas e a retroalimentação do projeto com dados da etapa de execução e uso.

Metodologias, como ferramentas de análise de falhas, desenvolvidas para auxiliar o desenvolvimento de projetos devem ser utilizadas como forma de fornecer informações e abastecer o banco de dados. Assim como há a necessidade de se trabalhar conjuntamente com programas que gerencie o projeto relativamente a prazos, custos, recursos humanos e materiais.

Uma linha de trabalho sugerida deve abordar a fase inicial do projeto, ou seja, a seleção, análise e validação dos dados de entrada . Deve-se, então, ser elaborada uma forma de implementar e avaliar dados relativos as definições iniciais do projeto, os quais levam os projetistas a selecionarem determinados materiais e sistemas construtivos para atender a demanda do empreendimento. É necessário também que se tenha uma metodologia de definição de parâmetros de desempenho, que servem de base a seleção tecnológica. Dessa forma deve ser definido o peso de cada variável, como necessidades dos clientes, condições de exposição e legislação pertinente a cada caso específico. Quando todas estas informações estiverem armazenadas, então cada decisão poderá passar pelo crivo computacional e ser devidamente considerada.

# 8

## COMENTÁRIO FINAL

Havia, no escopo original do projeto, a previsão de retorno ao Conjunto Granja de Freitas IV para realização da Avaliação Pós-Ocupação. Apresentava como principais objetivos avaliar o desempenho das edificações através da percepção dos usuários e a verificação de ocorrência de patologias.

No entanto, esse retorno não foi possível uma vez que a área em questão se tornou perigosa após sua ocupação. O alto índice de criminalidade verificado na região não permite que estudos a semelhança deste, que visem o bem estar social, tenham continuidade.

Desta forma fica registrada assim a impossibilidade de continuidade desta pesquisa da forma proposta.

# 9

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE NETO, Edson Toledo de; MELHADO, Silvio Burrattino. A certificação de sistemas de qualidade pelas normas ISO 9000 e a sua aplicabilidade em escritórios de projetos no setor da construção civil no Brasil. Congresso Latino Americano: Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. 03 a 06 de novembro de 1998, São Paulo.

ALMEIDA, Carlos Augusto de; LONGO, Orlando Celso. **Controle da qualidade no ambiente construído**. Juiz de Fora, MG. 2000. v.2 p. 965-972. Congresso de Engenharia Civil, 4º, Juiz de Fora, 2000. Artigo técnico.

AQUINO, Janayna Patrícia Resende de; e MELHADO, Silvio Burrattino. O estabelecimento de parcerias entre empresas construtoras, projetistas e fornecedores como instrumento de melhoria no uso de projetos para a produção na construção de edifícios. In: III Workshop Brasileiro. **Gestão do processo de projeto na construção de edifícios**. Belo Horizonte: UFMG, 2003.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; AQUINO, Janayna P. Resende de; ROTONDARO, Roberto Gilioli. **Análise e aplicabilidade das ferramentas de qualidade no serviço de fôrmas como auxílio ao planejamento para a produção**. ENEGEP, 2001. Artigo Técnico.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, ABCI. **Manual técnico de alvenaria**. São Paulo, Projeto/PW, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Projeto 02:136.01.001 - desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – parte 1: requisitos gerais**. Texto em discussão. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_ . **Projeto 02:136.01.002 - desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – parte 2: estruturas**. Texto em discussão. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_ . **Projeto 02:136.01.003 - Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – parte 3: piso interno**. Texto em discussão. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_ . **Projeto 02:136.01.004 - Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – parte 4: fachadas e paredes internas**. Texto em discussão. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_ . **Projeto 02:136.01.005 - Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – parte 5: cobertura**. Texto em discussão. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_ . **Projeto 02:136.01.006 - Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – parte 6: hidro-sanitário**. Texto em discussão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulários – NBR ISO 9000:2000**. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **Sistemas de gestão da qualidade – requisitos** – NBR ISO 9001:2000. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **Sistemas de gestão da qualidade – diretrizes para melhoria de desempenho** – NBR ISO 9004:2000. Rio de Janeiro, 2000.

BAÍÁ, Josaphat Lopes; MELHADO, Silvio Burrattino. **Processo de implantação de um sistema de gestão da qualidade em empresas de projeto**. Recife, PE. 1999. 10p., il. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1º, Recife, 1999. Artigo técnico.

BOBROFF, J. **A construção na França: novos modelos de organização e redefinição das competências dos trabalhadores**. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA DO SINDUSCON-SP, 1., São Paulo, 1989. Anais. São Paulo, SINDUSCON/SP, 1989. T.4, 62 p.

BRUNA, P.J.V. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. São Paulo, Perspectiva/EDUSP, 1976

CALAVERA, J. Quality Assurance in Building Construction. In “Management Quality and Economics in Building”, edited by Artur Bezelga and Peter Brandon, E7 FN Spor, London, 1991

CARLO, Ualfrido del. **Tecnohabitações**. Revista Técnica, São Paulo, outubro de 2003. p.28-31.

CARNEIRO, Claudia de Medeiros et al. **Sistemas construtivos para construção habitacional em larga escala. Um estudo de caso e redesenho: o sistemas SCI em Vila Nova Sílvia, São Paulo**.1984. p. 62. Trabalho da pós-graduação: Estruturas Ambientais Urbanas. Disciplina: habitação, tecnologia e desenho industrial. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

CHENG, Lin Chih et al. **QFD: planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Engenharia, Fundação Christiano Ottoni, 1995. 262p.

CINTRA, Maria Aparecida Hippert; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin. **A importância de um sistema de informação no gerenciamento de projetos**. Juiz de Fora, MG. 2000. v.2 p. 953-964. Congresso de Engenharia Civil, 4º, Juiz de Fora, 2000. Artigo técnico.

COMITE EURO-INTERNATIONAL DU BETON. **Quality Assurance for Building. Bulletin d' Information** nº184. Lausanne, 1988.

FERREIRA JUNIOR, Sylvio. **A produção de blocos de concreto para alvenaria prática recomendada**. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 1995. 16p. 3.ed. Boletim Técnico

FORMOSO, Carlos Torres; TZORTZOPOULOS, Patricia. **Gestão da qualidade no processo de projeto**. Organização de Carlos Torres Formoso. Porto Alegre. 2001. 354 p. Relatório de pesquisa publicado em meio impresso e digital. Acessado em julho de 2004 na página [www.infohab.org.br](http://www.infohab.org.br).

FRANCO, Luiz Sérgio. **A aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. São Paulo, 1992. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da U.S.P.

FRUET, G. M; FORMOSO, C.T. **Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte**. Anais de II Seminário “Qualidade na construção civil – gestão e tecnologia”, pp 1-52. Porto Alegre, 1993.

GRANDISKI, Paulo. **Olhar de perito**. Revista Técnica, São Paulo, edição 87, ano 12, junho de 2004. p. 24-26.

GRILO, Leonardo M. **Gestão do processo de projeto no segmento da construção de edifícios por encomenda**. Dissertação apresentada à escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Mestrado). São Paulo, 2002. P.391.

GRILO, Leonardo; MELHADO, Silvio Burrattino.(a) **A implementação do Design-Build na indústria da construção de edifícios brasileira**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção UFSCar, São Carlos, São Paulo – 16-19 de setembro de 2003. Artigo Técnico.

GRILO, Leonardo; MELHADO, Silvio Burrattino.(b) **Alternativas para a melhoria na gestão do processo de projeto na indústria da construção de edifícios**. III Workshop Brasileiro de Gestão do processo de projeto na construção de edifícios UFMG , Belo Horizonte, Minas Gerais – 27 e 28 de novembro de 2003. Artigo Técnico.

HAMMARLUND, Y.,JOSEPHSON, P.E. **Qualidade; cada erro tem seu preço**. Trad. de Vera M.C. Fernandes Hachich. Técnica, n.1, p.32-34, nov./dez. 1992.

HINO, Maurício Kenji; MELHADO, Silvio Burrattino. **A qualidade e o desempenho da habitação de interesse social**. São Paulo, SP. 1997. 2p. In: Workshop Tendências Relativas à Gestão da Qualidade na Construção de Edifícios, São Paulo, 1997. Artigo técnico.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social**. Texto para discussão, São Paulo, 1998.

JURAN, J.M.; GRZYNA, F.M. **Juran controle da qualidade handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. São Paulo, Makron, 1991.

JURAN. J.M. **A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**; tradução de Nivaldo Montingelli Jr. 3.ed.São Paulo: Pioneira, 1997. 551p.

LEAL, Ubiratan. **Afinal, o que é a norma de desempenho?** Revista Técnica, São Paulo, edição 86, ano 12, maio de 2004. p. 32-36.

LEITE, Felipe Augusto Saad. **Adaptação do modelo de gestão de projetos do PMI aos empreendimentos da construção civil no Brasil: subsector edificações.** Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2000. 114p.

LORDÊLO, Patricia Miranda; MELHADO, Silvio Burrattino.(a) **A versão 2000 da série de normas NBR ISO 9000: o caso das empresas construtoras de edifícios.** III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, UFSCar, São Carlos, São Paulo – 16 a 19 de setembro de 2003. Artigo Técnico.

LORDÊLO, Patricia Miranda; MELHADO, Silvio Burrattino.(b) **Avaliação das modificações introduzidas pela versão 2000 da série de normas NBR ISO 9000.** III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, UFSCar, São Carlos, São Paulo – 16 a 19 de setembro de 2003. Artigo Técnico.

MARTINICH, J.S. **Production and operations management: an applied modern approach.** 1997.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Tese (doutorado). São Paulo. Escola Politécnica da Universidade São Paulo, 1994. 294p.

MELHADO, Silvio Burrattino. **A qualidade na construção de edifícios e o tratamento das interfaces entre os sistemas de gestão dos diversos agentes.** Salvador, BA. 2000. v.1 p.333-340 il.. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo técnico.

MELHADO, S.B; VIOLANI, M.A.F. **Qualidade na construção civil e o projeto de edifícios.** Escola politécnica da universidade de São Paulo. Boletim técnico TT/PCC/02. São Paulo, 1992.

MESSEGUER, A. Garcia. **Controle e garantia da qualidade na construção**. São Paulo, SINDUSCON/SP, 1991.

NOVAES, Celso Carlos.(a) **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios**. São Carlos, SP. 2001. 5p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

NOVAES, Celso Carlos.(b) **Processo de projeto de edificações: estruturação de informações e indicadores para a elaboração e controle da qualidade**. Fortaleza, CE. 2001. 14p. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, Fortaleza, CE, 2001. Artigo técnico.

ORNSTEIN, Sheila. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído**. Marcelo Roméro (colaborador). São Paulo: Studio Nobel: Editora da Universidade de São Paulo, 1992, p.221.

PADARATZ, Ivo J. **Patologias na construção: a falta da qualidade**. Florianópolis, SC. 1991. p. 1-11. In: Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil, 3º, Florianópolis, 1991. Artigo técnico.

PEIXOTO, A.C.G. **Qualidade: como ter sucesso com o Zé, se não temos o Toshio ou o Fritz**. Artigo publicado na revista Controle da Qualidade. Nº 16, pp 49 a 56, Editora Banas, São Paulo, 1993.

PERALTA, Antonio Carlos; BULLA, Elisângela Aparecida. **Gestão de projetos**. Maringá, PR. 2000. 5p. Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura de Maringá, Maringá, 2000. Artigo técnico.

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland , 2002. 207p.

QUALIFORM. **Gérer la qualité sur le chantier: introduction à une réflexion.** Paris, julho de 1987.

REIS, Palmyra F. MELHADO, Silvio B. **Implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas de construção de edifícios: análises e sugestões quanto aos fatores críticos para a qualidade do processo construtivo.** VII Encontro Nacional do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo. ANTAC, Florianópolis – Santa Catarina. 27 a 30 de abril de 1998

RODRIGUES, Públio Penna Firme. **Alvenaria armada de blocos de concreto - prática recomendada.** São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 1999. 44p. 3.ed Estudo técnico.

RODRIGUEZ, Marco Antônio Arancibia; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **A construtibilidade no processo de projeto de edificações.** III SIBRAGEC, São Carlos, SP. 2003. Artigo Técnico

ROMÉRO, Marcelo de Andrade; ORNSTEIN, Sheila Walbe (ed). **Avaliação pós-ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social.** In: COLETÂNEA HABITARE. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Pag. 293. Coleção Habitare.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da construção.** FAUUSP, São Paulo, 1980. p.300.

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

SABBATINI, Fernando Henrique. **Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria resistente.** São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998. 44p. 2.ed. Estudo técnico.

SILVA, Maria Angélica Covelo. **Metodologia de gestão da qualidade no processo de elaboração de projetos de edificações**. Rio de Janeiro, RJ. 1995. p. 55-60. ENTAC 95, Rio de Janeiro, 1995. Artigo técnico.

SOUZA, Roberto de. **A avaliação de desempenho aplicada a novos componentes e sistemas construtivos para habitação**. São Paulo, SP. 1981. p. 247-256. Simpósio Latino-Americano de Racionalização da Construção e sua Aplicação às Habitações de Interesse Social, São Paulo, 1981. Artigo técnico.

SOUZA, Roberto de. **Normalização e controle de qualidade na construção civil**. Florianópolis, SC. 1988. p. 13-25. In: Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil, 1º, Florianópolis, 1988. Artigo técnico.

SOUZA, Roberto de et al. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo. PINI, 1995,247p.

SOUZA, R. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. 1997. 335p. Tese (Doutorado). Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

STOLL, H.W. **Design for manufacture: na overview**. In: CORBETT, J. et al. Design for manufacture. Addison-Wesley, 1991 p. 107-129.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. Co-edição IPT/EPUSP/Editora Pini. São Paulo, 2001. p.449.

VANNI, C.M.K., GOMES, A.M., ANDERY, P.R.P. **Metodologia análise de falhas aplicada à compatibilização de projetos de obras prediais**. Congresso Latino Americano de Tecnologia e Gestão na Construção de Edifícios. São Paulo: EPUSP, nov.1998.

VANNI, Cláudia Maria Kattah. **Análise de falhas aplicada à compatibilidade de projetos na construção de edifícios.** Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999. p.211. (Dissertação de Mestrado).

VERCOZA, Ênio José. **Patologias das edificações.** Editora Sagra. Porto Alegre, 1991 1ª edição, p. 173.

YANG, Yi Qing et al. A fuzzy quality function deployment system for buildable design decisions-makings. **Automation in Construction** 12. 2003. Acessado em maio de 2003 [www.elsevier.com/locate/autcon](http://www.elsevier.com/locate/autcon).

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 128p. Vol 1. (Série Ferramentas de Qualidade).

# **APÊNDICE A**

## **EXEMPLOS DE FICHAS DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS**

## FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

**Data** Jan/2005

**Versão** 01

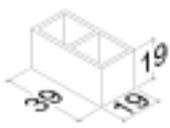
**Elemento** Alvenaria Estrutural

**Componente** Blocos de concreto

**Etapa** Modulação dos blocos

**Ficha** Coordenação modular horizontal (módulo M=20)

Coordenação modular é a técnica que permite relacionar as medidas do projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular de referência.

Bloco	Dimensão Modular (cm)	Dimensão nominal (cm)	Unidade base para modulação
	20x20x40	19x19x39	20

Obs. (largura x altura x comprimento)

Quando são empregados os blocos de 19x19x39 cm, a unidade básica é 20 cm, ou seja, as dimensões internas dos ambientes devem, de preferência, ser múltiplas inteiras desta medida.

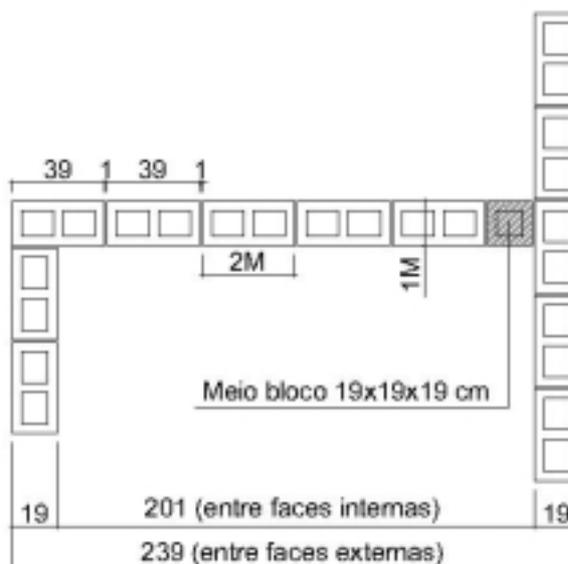


FIGURA: Modulação M=20. Medidas reais



**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Modulação dos blocos**Ficha** Coordenação modular vertical (módulo M=20)

As distâncias verticais tais como altura de porta, peitoril e altura de janela, pé-direito e altura do patamar intermediário da escada, devem ser múltiplos da unidade-base M=20 [altura do bloco (19 cm) + espessura da junta de argamassa (1cm)].

O pé-direito (distância entre a parte superior de uma laje e a parte inferior da laje do pavimento subsequente) ou a distância entre pisos, portanto, devem ser múltiplos da unidade-base. Para que se consiga equacionar tais medidas as soluções comumente empregadas utilizam de blocos canaletas tipo "U", "J" como mostram as figuras, ou compensadores dependendo da espessura da laje e da posição da parede (externa ou interna).

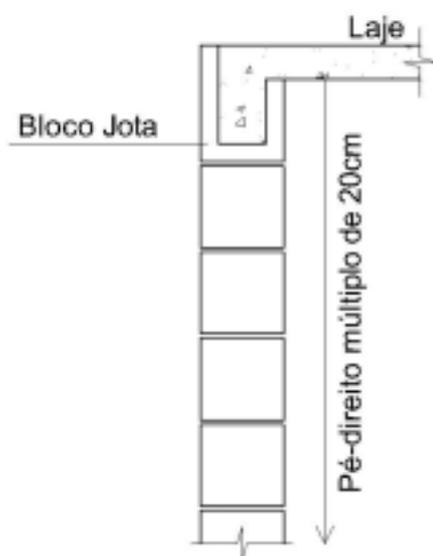


FIGURA: Detalhe das paredes externas

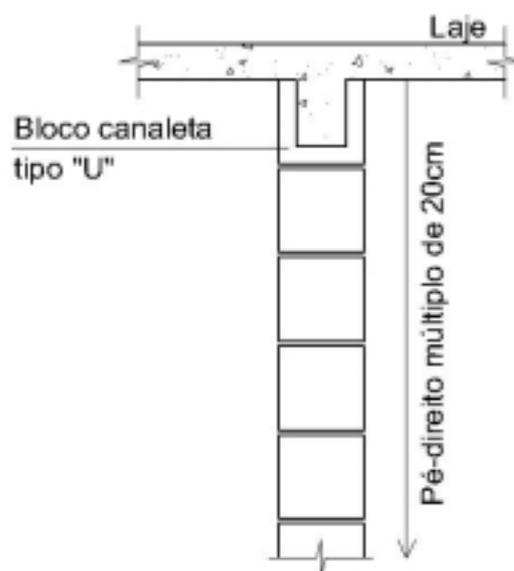


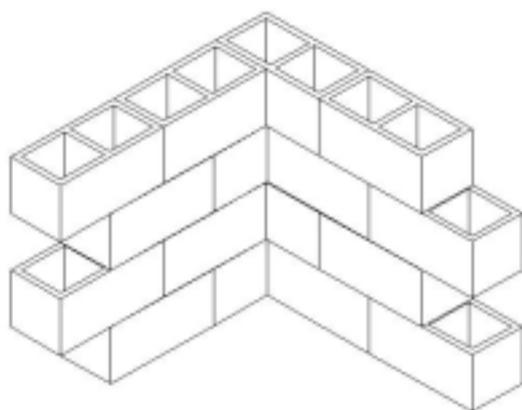
FIGURA: Detalhe das paredes externas

#### Bibliografia

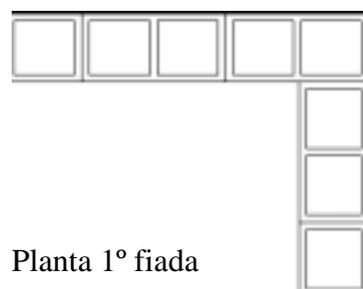
PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland , 2002. 207p.

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Amarração entre paredes**Sub-componente** Bloco 19x19x39**Ficha** Amarração modular de canto

Os encontros de paredes são os pontos mais importantes em função da concentração de tensões e da transferência de cargas de uma parede para outra. A utilização do bloco de 19x19x39 permite que a amarração de canto seja executada somente alternando-se um bloco de parede a cada fiada como mostram as figuras.



Planta 2º fiada



Planta 1º fiada

FIGURA: Detalhe típico de canto de paredes empregando-se blocos de 19x19x39cm

**Bibliografia**

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002. 207p.

---



---

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS**


---



---

**Data** Jan/2005

**Versão** 01

**Elemento** Alvenaria Estrutural

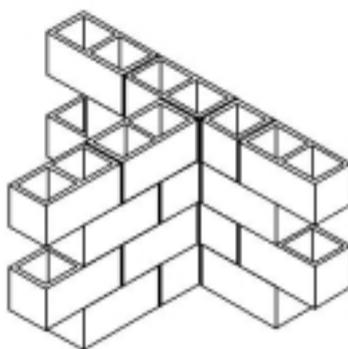
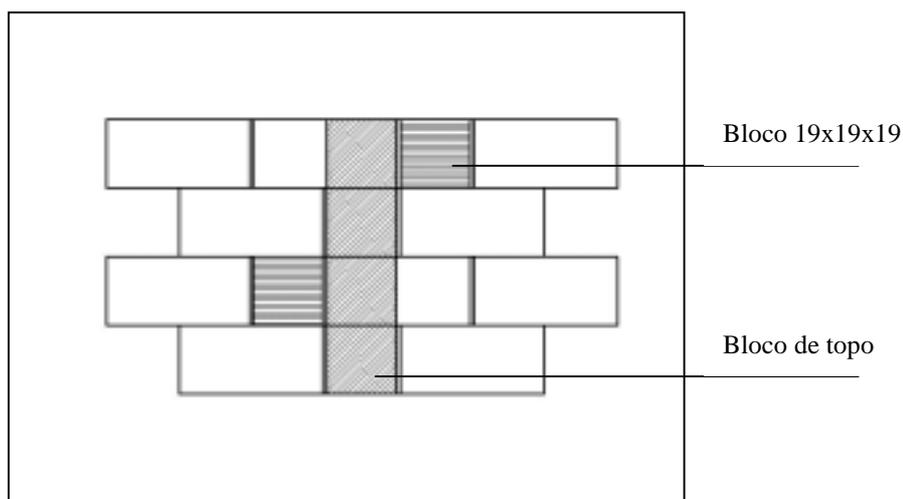
**Componente** Blocos de concreto

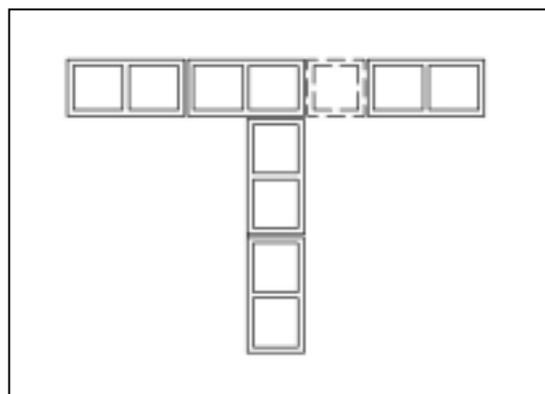
**Etapa** Amarração entre paredes

**Sub-componente** Bloco 19x19x39

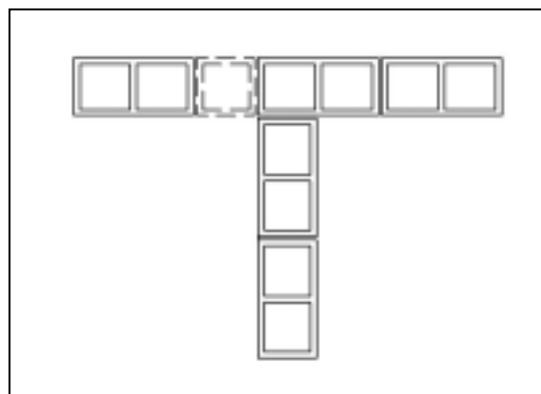
**Ficha** Amarração modular entre paredes

Os encontros de paredes são os pontos mais importantes em função da concentração de tensões e da transferência de cargas de uma parede para outra. A utilização do bloco de 19x19x39 permite que a amarração entre paredes seja executada somente utilizando-se bloco inteiro e meio bloco.

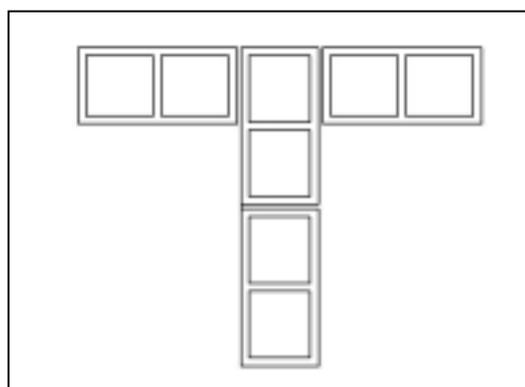

**FIGURA:** Elevação - perspectiva

**FIGURA:** Elevação – vista frontal



Planta 4º fiada



Planta 2º fiada



Planta 1º e 3º fiadas

FIGURA: Detalhe típico de encontro de paredes empregando-se blocos de 19x19x39cm e meio bloco 19x19x19 cm

#### Bibliografia

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002. 207p.

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Amarração entre as paredes**Ficha** Amarração entre paredes empregando-se estribo

Os encontros de paredes são os pontos mais importantes em função da concentração de tensões e da transferência de cargas de uma parede para outra. Em alguns encontros de paredes, onde a amarração entre os blocos não é possível, ou em encontro de paredes estruturais e de vedação, normalmente são adotados artifícios como telas metálicas, estribos e grampos. Estes artifícios são comumente utilizados a cada duas ou três fiadas, empregando-se argamassas de boa aderência e, no caso particular dos grampos, gruauteando-se também os vazados dos blocos.

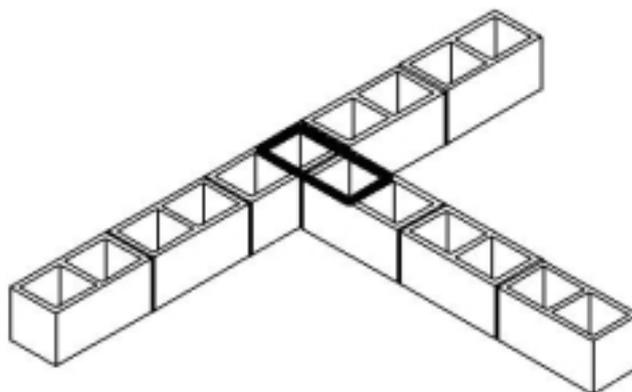


FIGURA: Amarração entre paredes empregando-se estribos

**Bibliografia**

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002. 207p.

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Amarração entre as paredes**Ficha** Amarração entre paredes empregando-se tela metálica

Os encontros de paredes são os pontos mais importantes em função da concentração de tensões e da transferência de cargas de uma parede para outra. Em alguns encontros de paredes, onde a amarração entre os blocos não é possível, ou em encontro de paredes estruturais e de vedação, normalmente são adotados artifícios como telas metálicas, estribos e grampos. Estes artifícios são comumente utilizados a cada duas ou três fiadas, empregando-se argamassas de boa aderência e, no caso particular dos grampos, gruauteando-se também os vazados dos blocos.

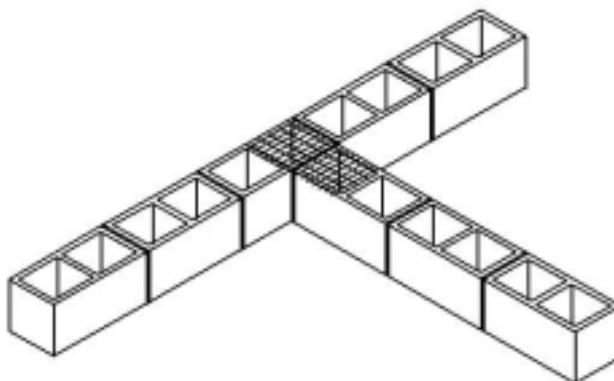


FIGURA: Amarração entre paredes empregando-se tela metálica

**Bibliografia**

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland , 2002. 207p.

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Amarração entre as paredes**Ficha** Amarração entre paredes empregando-se grampos

Os encontros de paredes são os pontos mais importantes em função da concentração de tensões e da transferência de cargas de uma parede para outra. Em alguns encontros de paredes, onde a amarração entre os blocos não é possível, ou em encontro de paredes estruturais e de vedação, normalmente são adotados artifícios como telas metálicas, estribos e grampos. Estes artifícios são comumente utilizados a cada duas ou três fiadas, empregando-se argamassas de boa aderência e, no caso particular dos grampos, gruauteando-se também os vazados dos blocos.

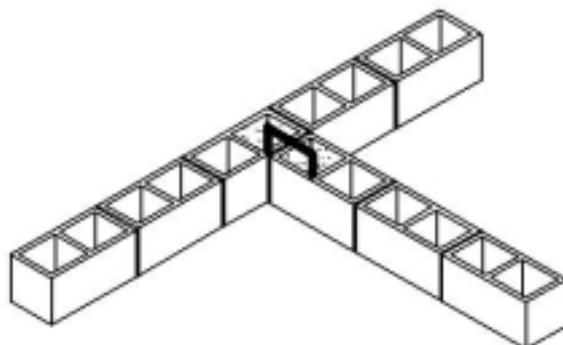


FIGURA: Amarração entre paredes empregando-se tela grampos

**Bibliografia**

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002. 207p.

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Padrões de assentamento**Ficha** Junta amarrada

Componentes assentados com juntas em amarração produzem alvenarias com resistência significativamente superior àquelas onde os componentes são assentados com juntas verticais aprumadas.

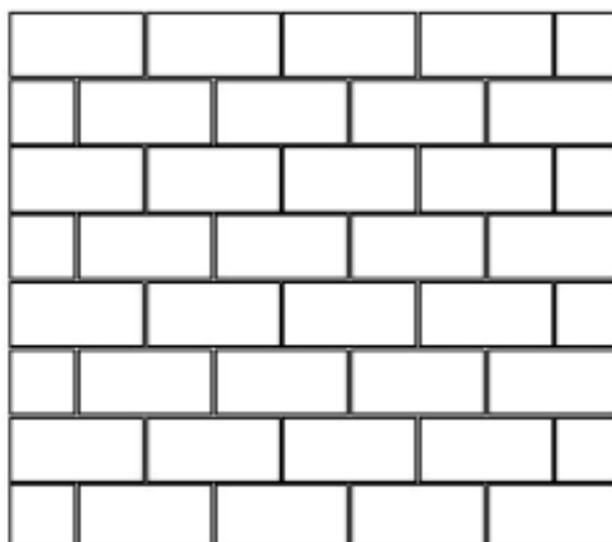


FIGURA: Junta amarrada

**Bibliografia**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo, Projeto/PW, 1990.

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Padrões de assentamento**Ficha** Junta a prumo

Não é tão resistente quanto a junta amarrada, entretanto, pode ser adotados reforços especiais que melhorem seu desempenho.

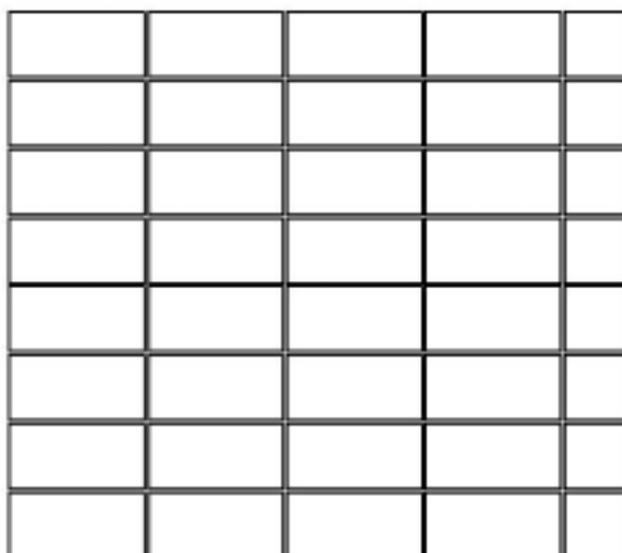


FIGURA: Junta a prumo

**Bibliografia**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo, Projeto/PW, 1990.

---



---

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS**

---



---

**Data** Jan/2005

**Versão** 01

**Elemento** Alvenaria Estrutural

**Componente** Blocos de concreto

**Etapa** Juntas de argamassa

**Ficha** Tratamento das juntas

---

As juntas de argamassa da alvenaria aparente devem ser corretamente frisadas, não somente para melhoramento estético quanto também para aumentar a durabilidade, assim se consegue um melhor adensamento da argamassa e ao mesmo tempo promove o "descolamento" da lâmina de água. Esses detalhes de juntas executados de forma errônea podem resultar em pequenos ninchos que facilitam o acúmulo de água bem como sua infiltração.



FIGURA: Juntas de argamassa

#### Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo, Projeto/PW, 1990.

RODRIGUES, Públio Penna Firme. Alvenaria armada de blocos de concreto - prática recomendada. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 1999. 44p. 3.ed Estudo técnico

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Aberturas, vergas e contravergas**Ficha** Vergas e contravergas com blocos canaletas (módulo M=20)

As vergas de aberturas de portas e janelas podem ser executadas com blocos canaletas, conforme a fig.1. Em função das dimensões modulares dos blocos, normalmente, as esquadrias das portas precisam ser produzidas mediante encomenda. Além disso, quando as vergas são confeccionadas diretamente empregando-se canaletas, faz-se necessária a colocação de suporte (escoramento) para o posicionamento das mesmas.

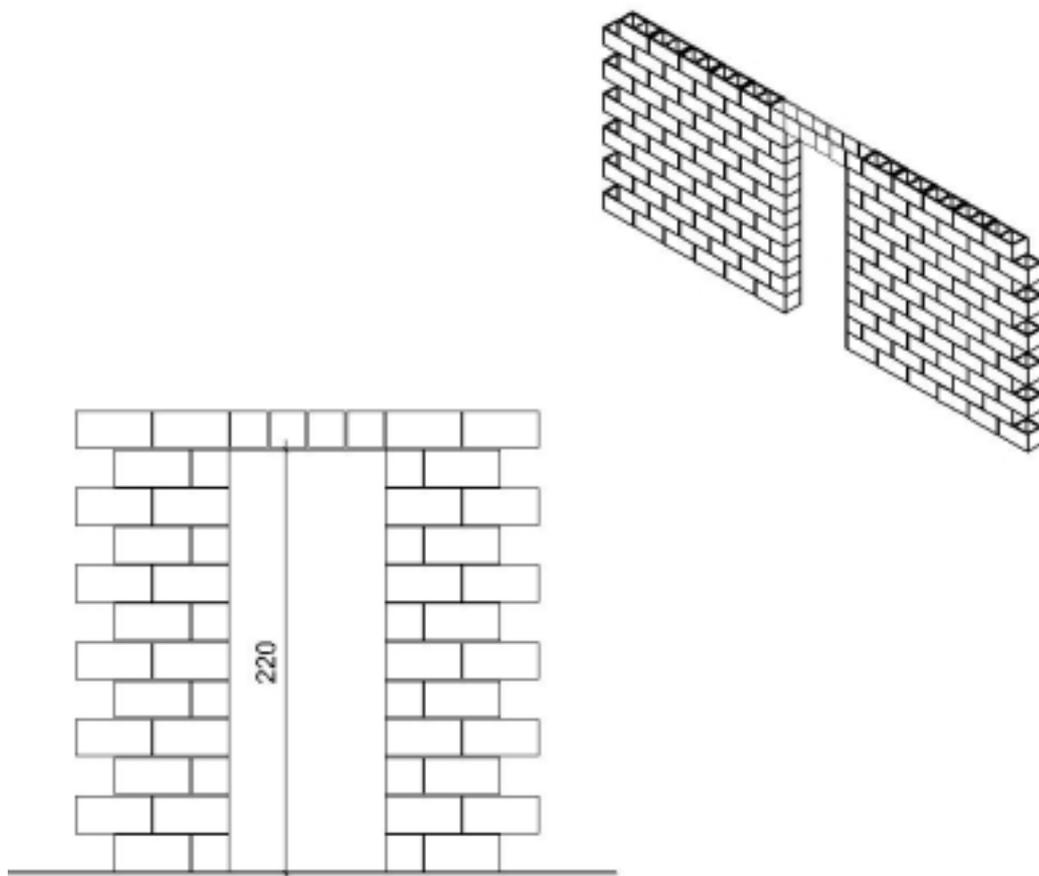


FIGURA: Detalhe de verga com bloco canaleta de 19x19x19cm

As vergas e contravergas das aberturas de janelas precisam ser devidamente dimensionadas para se evitar as fissuras localizadas nos cantos dessas aberturas, esses elementos devem apresentar um comprimento de apoio mínimo igual a dois blocos canaletas de 14x19x19cm. Para facilitar a execução das vergas, a instalação das esquadrias e o acabamento final são utilizados quadros pré-fabricados em argamassa armada (fig.2).

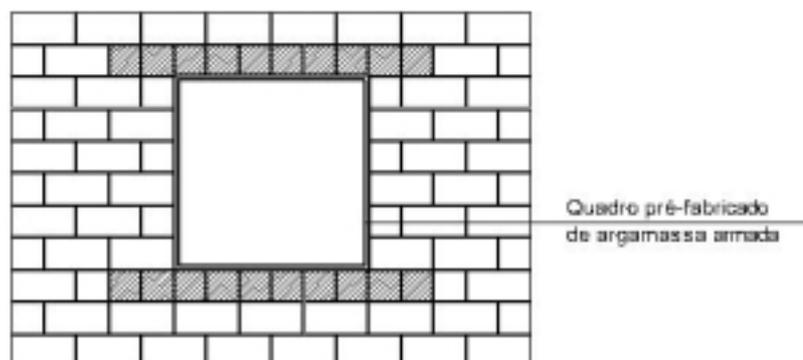


FIGURA: Detalhe de verga e contraverga empregando-se blocos canaletas

Cabe ressaltar que o emprego do quadro de janela não elimina a necessidade do uso das vergas e contravergas.

#### Bibliografia

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002. 207p

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Aberturas, vergas e contravergas**Ficha** Vergas pré-moldadas (módulo M=20)

As vergas de aberturas de portas podem ser executadas empregando-se peças pré-moldadas de concreto (fig.1). A espessura da peça deve ser de 4cm para que se obtenha uma altura útil de 2,16cm permitindo-se instalar portas de 2,10m, opção esta disponível no mercado.

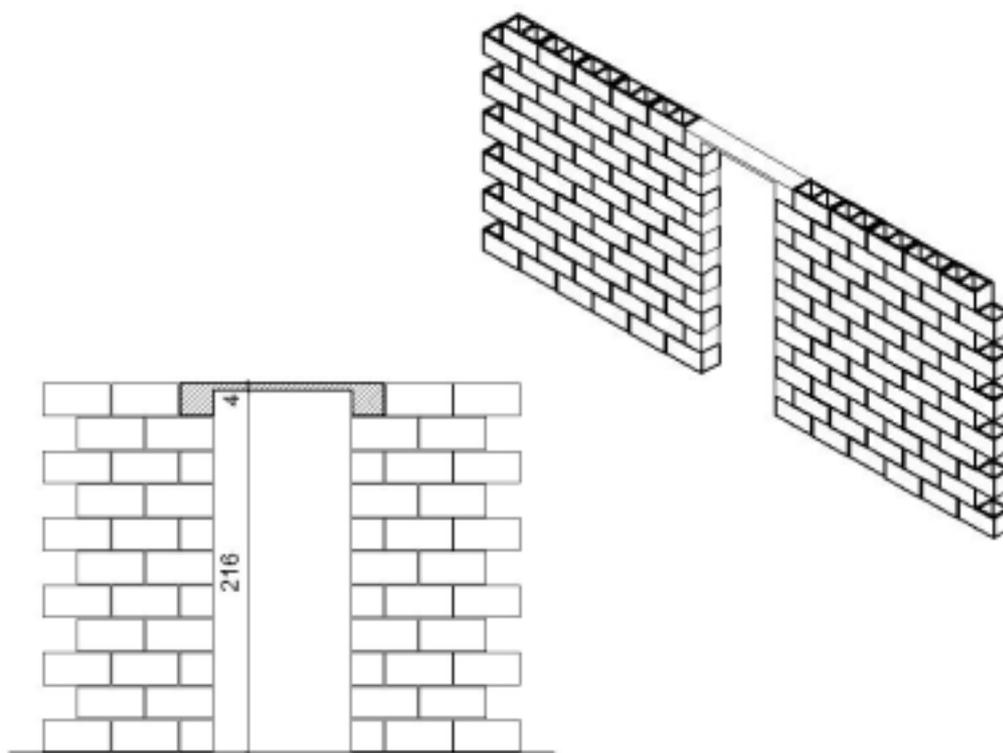


FIGURA: Detalhe de verga pré-moldada de concreto sobre a abertura da porta.

**Bibliografia**

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002. 207p

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Aberturas, vergas e contravergas**Ficha** Aberturas com blocos modulares (módulo M=20)

Quando um projeto é concebido em alvenaria estrutural, as aberturas tanto das portas como das janelas devem ser definidas como sendo múltiplas de 20cm, para que a modulação seja mantida nas fiadas ao longo da altura da referida abertura. No caso das portas, em função das dimensões modulares dos blocos, normalmente, as esquadrias precisam ser produzidas mediante encomenda. Além disso, os blocos que limitam as aberturas de portas e janelas costumam-se possuir vazados grauteados contendo uma barra de 8 ou 10 mm, para aumentar a rigidez das paredes.

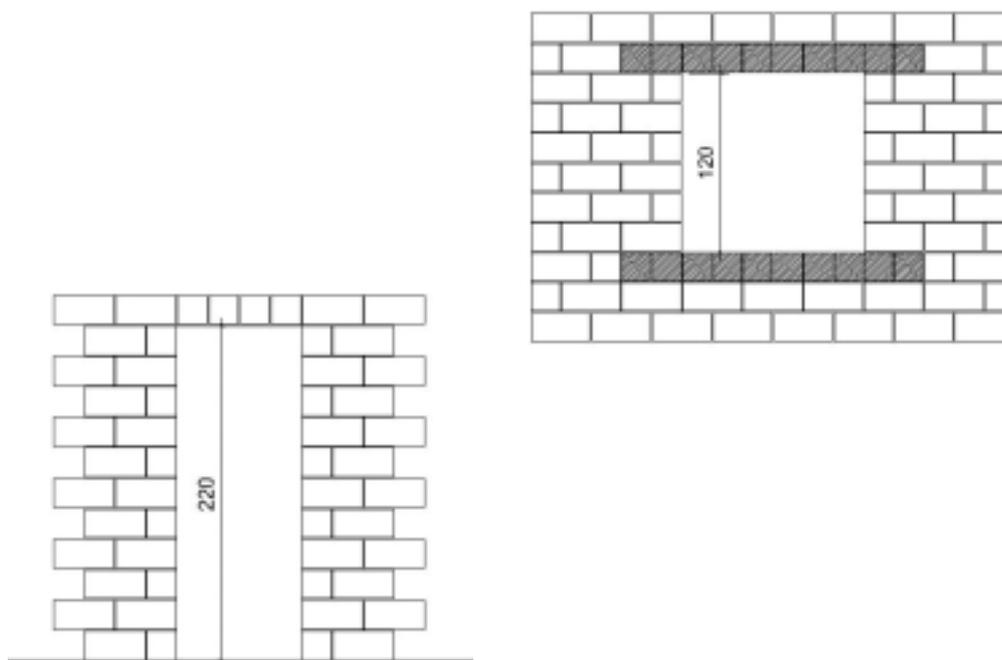


FIGURA: Aberturas de portas e janelas com módulo M=20.

**Bibliografia**

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002. 207p

---



---

**FICHA DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS**

---



---

**Data** Jan/2005

**Versão** 01

**Elemento** Alvenaria Estrutural

**Componente** Blocos de concreto

**Etapa** Compatibilização com instalações hidráulicas

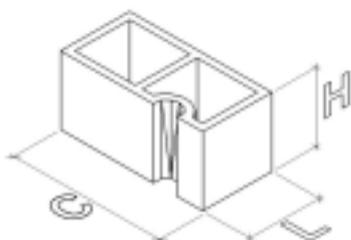
**Ficha** Instalações embutidas

---

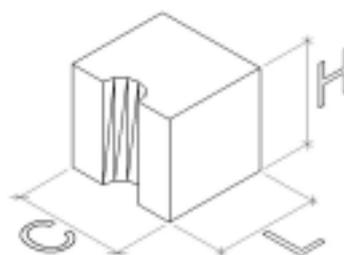
A passagem de prumadas verticais de tubos hidráulicos e sanitários nas paredes tem que ser previamente definida. O projeto deve ser racionalizado ao máximo evitando o processo atualmente adotado de construção das alvenarias, e posterior demolição parcial das mesmas para acomodação da tubulação, o que causa a necessidade de arremates posteriores.

Deve ser enfatizado que a NB 1228 (ABNT, 1989) prescreve que é proibida a passagem de tubulações que conduzam fluidos dentro de parede com função estrutural.

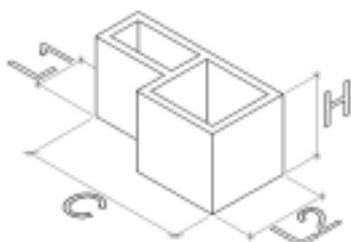
As paredes hidráulicas (paredes com descidas e instalações hidro-sanitárias) podem ser executadas com blocos especiais, chamados de blocos hidráulicos, fig.1, para abrigar tubulações de água e de esgoto até 40mm, possibilitando um acesso posterior às mesmas em caso de vazamentos, sem a necessidade de quebra excessiva dos blocos.



a) Bloco hidráulico



b) Bloco hidráulico maciço



c) Bloco com redução (9~14)

**FIGURA:** Blocos especiais para passagem de tubulação hidro-sanitária (blocos hidráulicos)

No caso de prumadas de esgoto, na maioria dos projetos, são previstos shafts para abrigar as tubulações. Esses shafts podem ser executados de duas formas: interrompendo-se a parede para passagem de tubulação ou passando-se rente à parede estrutural (mucheta), fig.2. O engenheiro ou arquiteto encarregado pelo projeto arquitetônico deve procurar projetar as áreas molhadas o mais próximo possível uma das outras, a fim de agrupar ao máximo as instalações, reduzindo-se a quantidade de shafts. As muchetas devem ser dimensionadas com base no projeto de instalações hidráulica e, principalmente, sanitária, dependendo da quantidade e diâmetro dos tubos a serem nelas abrigados, sem prejudicar a estética do ambiente.

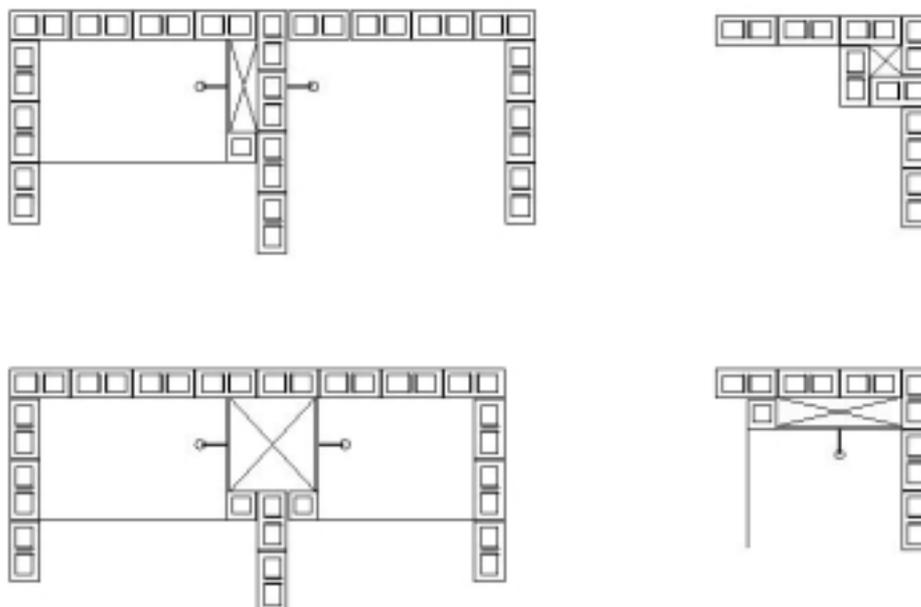


FIGURA: Exemplos típicos de detalhes para a descida de prumadas hidro-sanitárias empregados nos projetos em alvenaria estrutural.

No caso de interrupções na parede para a passagem da tubulação, é prática corrente fechar essas aberturas posteriormente com argamassa. No entanto, em caso de vazamento, esse procedimento dificulta o acesso às tubulações e a identificação do exato local do problema. Outra opção mais prática seria o fechamento através de tampas ou caranagens. Essas tampas de fechamento podem ser confeccionadas nos mais variados tipos de materiais (fibra de vidro, gesso acartonado, placas cimentícias, PVC, entre outros).

Já no caso de descidas rente à alvenaria é comum a construção de uma alvenaria de vedação como fechamento, empregando-se blocos de concreto (bloco de vedação de 9x19x39cm) ou tijolos cerâmicos, placas cimentícias pré-moldadas, blocos de concreto celular serrado, ou ainda painéis de fibra de vidro, plástico, madeira ou qualquer outro material que proporcione um bom acabamento externo, permitindo fácil acesso à tubulação em caso de vazamento.

No caso de tubulação horizontal, principalmente em edifícios, tem-se preferido a passagem por baixo da laje de piso, empregando-se um forro falso, para facilitar posteriores manutenções.

#### Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo, Projeto/PW, 1990.

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Florianópolis, Associação Brasileira de Cimento Portland , 2002. 207p

# **APÊNDICE B**

## **EXEMPLOS DE FICHAS DE DIAGNÓSTICOS**

---



---

## FICHA DE DIAGNÓSTICO

---



---

**Data** Jan/2005

**Versão** 01

**Elemento** Alvenaria Estrutural

**Componente** Blocos de concreto

**Etapa** Impermeabilização

**Ficha** Ascensão capilar de umidade do solo

**Patologia** Fissuras

---

Sendo constituídas por materiais porosos, e portanto absorvedores de água, o comportamento das alvenarias será influenciado pelas movimentações higroscópicas desses materiais, que ocorrerão sempre que houver um aumento da umidade (provocando expansões da alvenaria) ou uma diminuição da umidade dos materiais (provocando contrações da alvenaria).

A expansão das alvenarias por higroscopicidade ocorrerá com maior intensidade nas regiões da obra mais sujeitas à ação da umidade, como, por exemplo: cantos desabrigados, platibandas (onde poderá ocorrer inclusive empoçamento de água no encontro entre a laje de cobertura e a platibanda), base das paredes (onde poderão ocorrer respingos e empoçamento de água ou mesmo ascensão da umidade do solo por capilaridade, em fundações mal impermeabilizadas), etc. Em alvenarias pouco carregadas (caso típico de casas térreas) a expansão diferenciada entre fiadas de blocos ou tijolos pode provocar, por exemplo, a ocorrência de fissuras horizontais na base das paredes, com mostra a figura.

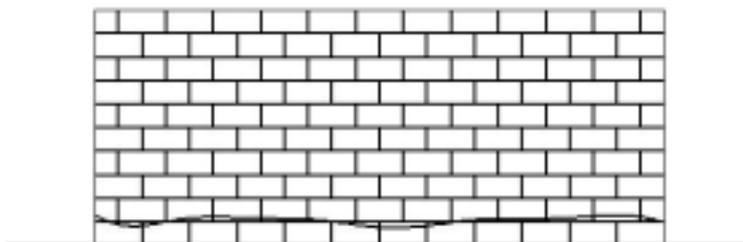


FIGURA: Fissura horizontal na base da alvenaria por movimentações higroscópicas diferenciadas: as fiadas inferiores, mais sujeitas à umidade, apresentam maior expansão em relação as fiadas superiores.

### Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo, Projeto/PW, 1990.

**FICHA DE DIAGNÓSTICO****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Compatibilização com instalações hidráulicas**Ficha** Retração da alvenaria**Patologia** Fissuras

A retração das alvenarias de vedação poderá dar origem a fissuras verticais, regularmente espaçadas no corpo das paredes mais longas; tais fissuras poderão manifestar-se ainda nos encontros entre paredes, nas seções onde eventualmente ocorra mudança de espessura da parede ou nas seções enfraquecidas pela presença de aberturas ou tubulações embutidas, como mostra a figura.

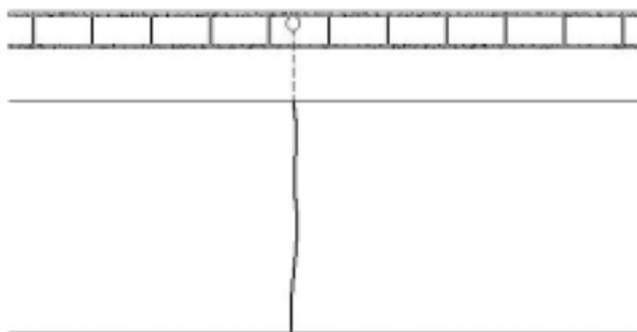


FIGURA: Fissura provocada pela retração da alvenaria, em seção enfraquecida pela presença de tubulação.

**Bibliografia**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo, Projeto/PW, 1990.

**FICHA DE DIAGNÓSTICO****Data** Jan/2005**Versão** 01**Elemento** Alvenaria Estrutural**Componente** Blocos de concreto**Etapa** Aberturas, vergas e contravergas**Ficha** Concentração de tensões no contorno dos vãos**Patologia** Fissuras

Em trechos com a presença de aberturas (vãos de portas e janelas), haverá considerável concentração de tensões no contorno dos vãos, pela perturbação causada no andamento das isostáticas. No caso da inexistência ou subdimensionamento da vergas e contravergas, as fissuras (fig.1) desenvolver-se-ão a partir dos vértices das aberturas.

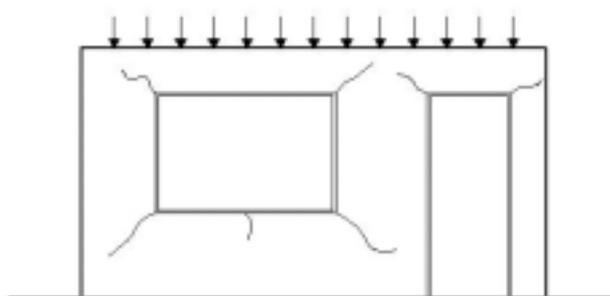


FIGURA: Fissuração típica em parede com presença de aberturas, devido à atuação de carga uniformemente distribuída.

**Bibliografia**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo, Projeto/PW, 1990.